



## -EPA-SAINT-ÉTIENNE-

ZAC Chateaucieux

Site sis 14,16 rue Colonel Marey (42)

Etude historique et de vulnérabilité, Investigations  
sur les sols et gaz du sol

Plan de gestion préliminaire et ARR d'aide à la  
décision

Rapport d'EODD Ingénieurs Conseils



SITES ET SOLS POLLUÉS  
NF X 31-620-2  
ÉTUDES, ASSISTANCE  
ET CONTRÔLE

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

**AGENCES CENTRE-EST ET  
MEDITERRANEE**

[www.lne.fr](http://www.lne.fr)



Union des Professionnels  
de la Dépollution des Sites.



10/01/2020

# EPASE

**Adresse :** 49, rue de la Montat  
42 100 Saint-Etienne

**Téléphone :** 04 77 34 43 60

**Destinataire :** Théo FLAMAND

**Email :** theo.flamand@epase.fr

## Etude historique et documentaire, Investigations sur les sols, gaz du sol, plan de gestion préliminaire et ARR d'aide à la décision (selon NFX 31-620)

### Rapport d'EODD Ingénieurs Conseils

IDENTIFICATION		MAITRISE DE LA QUALITE	
		Responsable de projet	Supervision
N° Contrat	P02429.06	L. Glatard 10/01/2020	J. Pailhès 10/01/2020
Indice	1		
Révision	10/01/2020		
Nb de pages (hors annexes)	76	Rédacteur(trice) principal(e) du rapport	
Nb d'annexes	13	S. Perrier/L. Glatard	

*Vos contacts et interlocuteurs pour le suivi de ce dossier :*



Parc Gratte-Ciel  
✉ : 13-19, rue Jean Bourgey  
69100 Villeurbanne

☎ : 04.72.76.06.90

📠 : 04.72.76.06.99

**Responsable de projet :** L. Glatard [l.glatard@eodd.fr](mailto:l.glatard@eodd.fr)

**Directeur métier :** G. Urvoy [g.urvoy@eodd.fr](mailto:g.urvoy@eodd.fr)

[www.eodd.fr](http://www.eodd.fr)

# SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>RESUME NON TECHNIQUE .....</b>	<b>7</b>
1.1	CONTEXTE GEOGRAPHIQUE, SOCIETAL ET ENVIRONNEMENTAL .....	7
1.2	ETAT DES MILIEUX .....	7
1.3	PLAN DE GESTION.....	7
<b>2.</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>9</b>
2.1	CONTEXTE DE L'ETUDE .....	9
2.2	OBJECTIFS ET METHODOLOGIE DE LA MISSION.....	10
2.3	CADRE NORMATIF .....	10
2.4	BASE DOCUMENTAIRE.....	11
<b>3.</b>	<b>DESCRIPTION DU SITE ET DE SES ENVIRONS .....</b>	<b>12</b>
<b>4.</b>	<b>SYNTHESE DES DONNEES DISPONIBLES .....</b>	<b>14</b>
4.1	HISTORIQUE DU SECTEUR D'ETUDE.....	14
4.2	ETAT DES MILIEUX CONNU (2016-2017) .....	15
<b>5.</b>	<b>ETUDE DE VULNERABILITE.....</b>	<b>18</b>
5.1	METEOROLOGIE .....	18
5.2	ZONES NATURELLES PROTEGEES .....	19
5.3	CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	20
5.4	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE ET USAGE DE LA RESSOURCE .....	20
5.4.1	<i>Contexte .....</i>	<i>20</i>
5.4.2	<i>Usage de la ressource en eaux souterraines.....</i>	<i>21</i>
5.4.2.1	Alimentation en eau potable (source : ARS) .....	21
5.4.2.2	Ouvrages d'eau répertoriés dans la BSS (source : InfoTerre®).....	21
5.5	CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET USAGE DE LA RESSOURCE.....	21
5.5.1	<i>Contexte .....</i>	<i>21</i>
5.5.2	<i>Usages.....</i>	<i>22</i>
5.6	SITES (POTENTIELLEMENT) POLLUES .....	22
5.7	SYNTHESE DE LA VULNERABILITE ET DE LA SENSIBILITE DES MILIEUX .....	23
<b>6.</b>	<b>ETUDE HISTORIQUE COMPLEMENTAIRE.....</b>	<b>25</b>
6.1	PROPRIETE .....	25
6.2	CONTEXTE REGLEMENTAIRE .....	25
6.3	SYNTHESE HISTORIQUE .....	25
6.4	ACCIDENTS ET INCIDENTS .....	27
6.5	SYNTHESE DES ZONES POTENTIELLEMENT A RISQUE ET POLLUANTS TRACEURS ASSOCIES .....	27
<b>7.</b>	<b>INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LES SOLS (2019) .....</b>	<b>29</b>
7.1	DESCRIPTIONS DES INVESTIGATIONS REALISEES .....	29
7.2	OBSERVATIONS ET MESURES DE TERRAIN.....	32
7.3	RESULTATS ANALYTIQUES.....	32
7.3.1	<i>Valeurs de référence.....</i>	<i>33</i>
7.3.2	<i>Synthèse des résultats.....</i>	<i>33</i>
7.3.3	<i>Interprétation.....</i>	<i>35</i>

<b>8.</b>	<b>INVESTIGATIONS SUR LES GAZ DU SOL (2019)</b>	<b>37</b>
8.1	DESCRIPTION DES INVESTIGATIONS REALISEES	37
8.2	RESULTATS ANALYTIQUES	39
8.2.1	Valeurs de référence	39
8.2.2	Synthèse des résultats	39
8.2.3	Interprétation	41
<b>9.</b>	<b>PROJET D'AMENAGEMENT</b>	<b>42</b>
<b>10.</b>	<b>PLAN DE GESTION PRELIMINAIRE</b>	<b>43</b>
10.1	PREAMUBLE	43
10.2	PRINCIPE DE GESTION DE LA POLLUTION	43
10.3	RESERVES ET HYPOTHESES APPLIQUEES DANS LE PLAN DE GESTION	43
10.4	MESURES DE MAITRISE DES SOURCES	44
10.4.1	Points de pollution concentrée (PPC)	44
10.4.1.1	Eléments de définition	44
10.4.1.2	Définition des PPC retenus	44
10.4.1.3	Synthèse des PPC retenus	48
10.4.2	Bilan coûts-avantages	48
10.4.2.1	Etude des technologies disponibles : approche préliminaire par famille de traitement	48
10.4.2.2	Etude des technologies disponibles – Approche par sous-solution	51
10.4.3	Mesures de gestion des sources de pollution concentrée proposées	51
10.5	MESURE DE MAITRISE DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX	52
10.6	MESURES DE MAÎTRISE DES IMPACTS SANITAIRES	52
<b>11.</b>	<b>ANALYSE DES RISQUES SANITAIRES RESIDUELS (ARR)</b>	<b>53</b>
11.1	SCHEMA CONCEPTUEL (ETAT FUTUR, SUR SITE)	53
11.1.1	Hypothèses retenues	53
11.1.2	Les sources de pollution	53
11.1.3	Les vecteurs de transfert	53
11.1.4	Les voies d'exposition retenues	54
11.1.5	Inventaire des cibles	54
11.2	SYNTHESE DU SCHEMA CONCEPTUEL	55
11.3	SELECTION DES SUBSTANCES « TRACEURS DU RISQUE » ET CONCENTRATIONS RETENUES – INHALATION D'AIR INTERIEUR ET EXTERIEUR	56
11.3.1	Substances retenues	56
11.3.2	Concentrations retenues	56
11.4	VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE	58
11.5	EVALUATION DES EXPOSITIONS	61
11.5.1	Détermination des concentrations dans l'air AMBIANT	61
11.5.1.1	Transfert vers l'air intérieur	61
11.5.1.2	Transfert vers l'air extérieur	64
11.5.2	Quantification de l'exposition	66
11.5.3	Paramètres d'exposition	66
11.6	CARACTERISATION DES RISQUES	68
11.6.1	Méthodologie de quantification des risques sanitaires	68
11.6.1.1	Méthodologie appliquée	68
11.6.1.2	Quantification des risques pour les effets à seuil	68
11.6.1.3	Quantification des risques pour les effets sans seuils	68



11.6.2	Niveaux de risques sanitaires .....	69
11.6.3	Evaluation des incertitudes .....	72
<b>12.</b>	<b>SYNTHESE .....</b>	<b>73</b>
<b>13.</b>	<b>RECOMMANDATIONS .....</b>	<b>75</b>
<b>14.</b>	<b>ANNEXES .....</b>	<b>76</b>

## LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 :	LOCALISATION DU SITE D'ETUDE (SOURCE : IGN – GEOPORTAIL®) .....	12
FIGURE 2 :	EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL DE LA ZONE D'ETUDE (SOURCE : EPASE) .....	12
FIGURE 3 :	EMPRISES ETUDIEES .....	13
FIGURE 4 :	EXTRAIT DU PLAN DE HIERARCHISATION DES NIVEAUX DE RISQUE DE POLLUTION DES SOLS SUSPECTES (APAVE, 2016) .....	15
FIGURE 5 :	SCHEMA D'IMPLANTATION DES SONDAGES (SOURCE : SOCOTEC, 2016) .....	16
FIGURE 6 :	SCHEMA D'IMPLANTATION DES SONDAGES (SOURCE : SOCOTEC, 2017 – TRES MAUVAISE QUALITE DE PLAN) .....	17
FIGURE 7 :	CONTEXTE METEOROLOGIQUE – PLUVIOMETRIE ET TEMPERATURES DE LA STATION DE SAINT ETIENNE (SOURCE : METEOFRANCE®) .....	18
FIGURE 8 :	ROSE DES VENTS-STATION DE L'AEROPORT SAINT ETIENNE-BOUTHEON (SOURCE : WINDFINDER®) .....	18
FIGURE 9 :	ZONES NATURELLES PROTEGEES A PROXIMITE DU SITE D'INTERET (SOURCE : INFOTERRE®) .....	19
FIGURE 10 :	CARTE GEOLOGIQUE AU 1/50 000 (CARTE DU BRGM N°745) .....	20
FIGURE 11 :	SITES BASIAS REPERTORIES A PROXIMITE DU SITE D'INTERET (SOURCE : BRGM INFOTERRE®) .....	23
FIGURE 12 :	LOCALISATION DES ZONES A RISQUE DE POLLUTION POTENTIELLE .....	28
FIGURE 13 :	PLAN DES INVESTIGATIONS .....	30
FIGURE 14 :	PHOTOGRAPHIES DES PRELEVEMENTS D'AIR PAR CHAMBRES A FLUX .....	38
FIGURE 15 :	PLAN DE MASSE ET ORGANISATION SPATIALE PROJETEE DU SITE (SOURCE : EPASE, 26/03/2019) .....	42
FIGURE 16 :	REPARTITION DES COHV DANS LES SOLS .....	45
FIGURE 17 :	LOCALISATION DES ANOMALIES DE CONCENTRATION EN COHV PRINCIPALES .....	47
FIGURE 18 :	FAMILLES DE TRAITEMENT .....	50
FIGURE 19 :	SCHEMA CONCEPTUEL – ETAT FUTUR, SUR SITE .....	55
FIGURE 20 :	CONTRIBUTION DES SUBSTANCES AU QUOTIENT DE DANGER (ADULTES EMPLOYES) .....	71
FIGURE 21 :	CONTRIBUTION DES SUBSTANCES A L'EXCES DE RISQUE INDIVIDUEL (ADULTES EMPLOYES) .....	71
FIGURE 22 :	CONTRIBUTION DES SUBSTANCES AU QUOTIENT DE DANGER (ADULTES ET ENFANTS USAGERS DES ESPACES EXTERIEURS) .....	71
FIGURE 23 :	CONTRIBUTION DES SUBSTANCES A L'EXCES DE RISQUE INDIVIDUEL (ADULTES ET ENFANTS USAGERS DES ESPACES EXTERIEURS) .....	71

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : DOCUMENTS CONSULTÉS .....	11
TABLEAU 2 : SITES BASIAS RECENSES DANS UN RAYON DE 300 M AUTOUR DU SITE .....	23
TABLEAU 3 : SYNTHÈSE DE L'HISTORIQUE DU SITE .....	26
TABLEAU 4 : SYNTHÈSE DES ZONES À RISQUES ET TRACEURS POTENTIELS ASSOCIÉS.....	27
TABLEAU 5 : DÉTAIL DES INVESTIGATIONS SUR LES SOLS .....	32
TABLEAU 6 : SYNTHÈSE DES RÉSULTATS D'ANALYSES SUR LES SOLS .....	34
TABLEAU 7 : DÉTAILS DES MESURES DE GAZ DU SOL.....	38
TABLEAU 8 : SYNTHÈSE DES RÉSULTATS ANALYTIQUES SUR LES GAZ DU SOL .....	40
TABLEAU 9 : VOLUMES ESTIMÉS DES PPC .....	48
TABLEAU 10 : SOUS-SOLUTIONS ENVISAGEABLES AU DROIT DU SITE .....	51
TABLEAU 11 : CARACTÉRISTIQUES DU SCHEMA CONCEPTUEL.....	55
TABLEAU 12 : CONCENTRATIONS RETENUES POUR LA MODELISATION DANS L'AIR AMBIANT INTERIEUR ET EN EXTERIEUR .....	58
TABLEAU 13 : SYNTHÈSE DES VTR INHALATION .....	60
TABLEAU 14 : SYNTHÈSE DES PARAMÈTRES D'ENTRÉE – DEGAZAGE VERS L'AIR INTERIEUR (PIÈCE EN RDC) 62	
TABLEAU 15 : SYNTHÈSE DES CONCENTRATIONS D'EXPOSITION OBTENUES – DEGAZAGE VERS L'AIR INTERIEUR (PIÈCE EN RDC) .....	63
TABLEAU 16 : SYNTHÈSE DES PARAMÈTRES D'ENTRÉE – DEGAZAGE VERS L'AIR EXTERIEUR.....	64
TABLEAU 17 : SYNTHÈSE DES CONCENTRATIONS D'EXPOSITION OBTENUES – DEGAZAGE VERS L'AIR EXTERIEUR .....	65
TABLEAU 18 : PARAMÈTRES D'EXPOSITION.....	67
TABLEAU 19 : PRÉSENTATION DES NIVEAUX DE RISQUES .....	69

## LISTE DES ANNEXES

<b>ANNEXE 1 :</b>	<b>SOURCES DE DOCUMENTATION CONSULTÉES</b>
<b>ANNEXE 2 :</b>	<b>COMPTE-RENDU DE LA VISITE DE SITE</b>
<b>ANNEXE 3 :</b>	<b>REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE</b>
<b>ANNEXE 4 :</b>	<b>OUVRAGES D'EAU (BSS, ARS)</b>
<b>ANNEXE 5 :</b>	<b>PRINCIPAUX DOCUMENTS RETRACANT L'HISTORIQUE</b>
<b>ANNEXE 6 :</b>	<b>PLAN DE LOCALISATION DES INVESTIGATIONS</b>
<b>ANNEXE 7 :</b>	<b>SYNTHÈSE DES RÉSULTATS D'ANALYSE SUR LES SOLS (2016-2017)</b>
<b>ANNEXE 8 :</b>	<b>COUPES LITHOLOGIQUES DES SONDAGES</b>
<b>ANNEXE 9 :</b>	<b>FICHES DE PRÉLEVEMENT DES GAZ DU SOL (2019)</b>
<b>ANNEXE 10 :</b>	<b>BORDEREAUX D'ANALYSES DU LABORATOIRE (2019)</b>
<b>ANNEXE 11 :</b>	<b>TABLEAU DES BORNES R1, R2 ET R3</b>
<b>ANNEXE 12 :</b>	<b>ANNEXES DE L'ARR</b>
<b>ANNEXE 13 :</b>	<b>LIMITES DE L'ÉTUDE</b>

# 1. RESUME NON TECHNIQUE

## 1.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE, SOCIETAL ET ENVIRONNEMENTAL

D'une superficie d'environ 8000 m<sup>2</sup>, le site est localisé en zone urbaine de la ville de Saint-Etienne, à proximité immédiate de la gare ferroviaire de Châteaueux, au sein d'une zone d'activités.

Exploité depuis *a minima* la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle pour des activités minières, le site a ensuite été occupé par des immeubles d'habitation en partie est et une école en partie ouest. En 2019, l'ensemble des bâtiments est démoli et le site n'est plus occupé.

A noter qu'en 2019, le site a été utilisé en tant que plateforme de stockage de terres pour les travaux d'aménagement du tramway.

Concernant la géologie, le site repose sur des formations houillères (matériaux schisteux-gréseux), surmontées d'un horizon de sols remaniés par l'Homme (remblais) contenant des polluants historiques. Le site est recouvert en totalité d'un revêtement étanche de type enrobé renforcé, constituant un écran au transfert de polluants depuis la surface.

Au droit du site, aucune nappe d'eaux souterraines n'est recensée. Toutefois, des circulations d'eaux sont possibles, *via* des fractures ou altérations superficielles au sein des formations houillères. Aussi, les eaux souterraines sont jugées non vulnérables aux contaminations de surface. Hors site, aucun usage pour l'alimentation en eau potable ni pour l'irrigation n'est recensé à proximité.

Enfin, les cours d'eau du Furan et l'Isérable s'écoulent à plus de 200 m du site. Canalisés et souterrains, ils ne sont pas jugés vulnérables aux contaminations de surface.

## 1.2 ETAT DES MILIEUX

Au regard de l'ensemble des investigations environnementales menées sur site depuis 2016, l'état de contamination des milieux au droit du site peut être synthétisé comme suit :

- concernant les sols :
  - contaminations en composés organiques volatils (solvants chlorés) : les plus fortes anomalies sont relevées au droit de deux zones au sein de matériaux apportés par l'Homme (remblais anthropiques).
  - présence généralisée de métaux (principalement arsenic, cuivre, mercure, zinc et plomb) au sein des terrains de surface et profonds (jusque -2 m) ;
- concernant les gaz du sol : mise en évidence de vapeurs d'hydrocarbures, de composés aromatiques volatils, et de solvants chlorés en de fortes teneurs.

## 1.3 PLAN DE GESTION

Le projet d'aménagement prévoit la construction d'une patinoire de plain-pied sur l'ensemble du périmètre du projet.

Le projet ne comportera ni jardin privatif, ni potager ou arbre fruitier en pleine-terre.

La réalisation du projet (terrassements) permettra d'éliminer une partie des matériaux renfermant des pollutions.

Ces matériaux pollués tassés seront gérés conformément à la méthodologie nationale d'avril 2017 et la réglementation « déchets »<sup>1</sup>, au fil du développement du projet.

Sur la base d'une étude statistique et de répartition spatiale des pollutions, les plus fortes anomalies se trouvent en :

- F1/SP12 : entre 0 et -3 m : terrains impactés aux composés organiques volatils (solvants chlorés) ;
- F5/SP13 : entre 0 et -3 m : terrains impactés aux composés organiques volatils (solvants chlorés).

Après étude du gain environnemental obtenu, et au regard du faible niveau de définition du projet à ce jour (temporalité non connue), il est proposé le terrassement et l'évacuation hors site dans une filière adaptée (Biocentre<sup>2</sup>) des pollutions aux composés organiques volatils (solvants chlorés).

Par ailleurs, certains terrains jugés non inertes au sens de l'arrêté du 12/12/2014 devront faire l'objet d'une gestion différenciée, et d'une évacuation en filière(s) adaptée(s) en cas de terrassement et évacuation hors site.

Le site fera l'objet de mesures de conservation de la mémoire de la qualité des sols et des modes de gestion.

D'un point de vue sanitaire, l'analyse des risques pour la santé de futurs usagers liés aux pollutions restantes (Analyse des Risques Résiduels prospective) réalisée permet de valider la compatibilité sanitaire du projet (usage de patinoire pour les adultes et enfants) au regard de la qualité des milieux connue à ce jour, sur la base des hypothèses constructives et d'aménagements considérées.

Enfin, concernant la maîtrise des impacts environnementaux, compte-tenu de l'absence d'aquifère au droit du site, il est considéré l'absence de transfert de la pollution vers celui-ci, et aucune mesure de surveillance environnementale particulière n'est donc proposée.

---

<sup>1</sup> Principes définis dans le Code de l'Environnement

<sup>2</sup> Centre de traitement des terres par action naturelle de micro-organismes dégradant les polluants

## 2. INTRODUCTION

### 2.1 CONTEXTE DE L'ETUDE

L'EPA de Saint-Etienne porte un projet global d'aménagement urbain notamment ciblé sur le quartier de Châteaureux, qui est couvert par une ZAC.

Un projet de construction d'une patinoire est en cours d'étude de faisabilité au nord de la plateforme SNCF de Châteaureux, entre les rues Colonel Marey et du Puits Thibaud. Le site couvre les parcelles DY8 (4169 m<sup>2</sup>) et DY9 (3793 m<sup>2</sup>).

Plusieurs études environnementales ont été réalisées pour le compte de l'EPORA et de Saint-Etienne Métropole dont une étude historique et documentaire à l'échelle des secteurs de Châteaureux et Chappe Ferdinand et deux campagnes d'investigations sur les sols réalisées sur la parcelle DY8 2 et la parcelle DY9 3.

L'étude historique a montré :

- au droit de la parcelle DY8, en partie ouest : la présence de jardins ouvriers jusqu'en 1940 puis d'une école dès 1954 (bâtiments récemment démolis). Le risque de pollution sur ce secteur est qualifié faible.
- au droit de la parcelle DY9, en partie est : la présence d'un ancien puits de mine (puits vieux des Hospices) jusqu'en 1909, puis un immeuble d'habitation à partir de 1954 (bâtiments récemment démolis). Le risque de pollution sur ce secteur est qualifié modérée.

Par ailleurs, ces secteurs ont fortement été remblayés à l'issue de l'exploitation de la houille.

Les investigations sur les sols ont montré :

- au droit de la parcelle DY8, la présence de remblais schisteux avec de fortes anomalies en COHV localisées ;
- au droit de la parcelle DY9, la présence de remblais ne présentant pas d'anomalies de concentration significative, les composés recherchés étant présents en des teneurs globalement assimilables à une pollution diffuse ou un bruit de fond.

L'EPASE en sa qualité d'aménageur souhaiterait disposer d'un plan de gestion préliminaire pour consolider l'étude de faisabilité du projet d'aménagement de la patinoire afin d'identifier les éventuels enjeux en matière de pollution des sols et anticiper les éventuelles contraintes (techniques, financières, sanitaires...) à prendre en compte dans le cadre du programme envisagé.

Le présent rapport expose l'étude historique et de vulnérabilité des milieux, les résultats des investigations menées sur les sols et gaz du sol en novembre 2019 ainsi que les mesures de gestion de la pollution proposées en première approche et l'analyse des risques sanitaires (ARR) d'aide à la décision.

## 2.2 OBJECTIFS ET METHODOLOGIE DE LA MISSION

L'objectif de la mission est d'appréhender / préciser les enjeux en lien avec la problématique de pollution des milieux dans le cadre d'une première approche et de valider la faisabilité du projet au regard des risques sanitaires (vérifier la comptabilité sanitaire avec les usages futurs).

Pour ce faire, EODD a déployé la stratégie suivante, conforme aux règles de l'art et à la méthodologie nationale :

- **Visite du site et de ses environs immédiats**, qui porte sur un examen de l'état actuel du site, une reconnaissance et une identification des risques et impacts potentiels ou existants ;
- **Etude historique du site**, dont l'objectif est de recenser dans un espace spatio-temporel défini les activités qui se sont succédé en ce lieu et à proximité immédiate, leur localisation et les pratiques de gestion environnementale industrielle ;
- **Etude de la vulnérabilité de l'environnement à la pollution**, qui vise à identifier les cibles potentielles (habitations, sources d'alimentation en eau potable...) susceptibles d'être atteintes du fait des caractéristiques propres du site d'étude (géologie, hydrogéologie, hydrographie) ;
- **Diagnostic de pollution complémentaire**, *via* la réalisation **d'investigations sur les sols et gaz du sol** au droit du site, ciblées sur les zones à enjeux de pollution au regard des conclusions des études précédentes ;
- **Plan de gestion préliminaire** présentant les mesures de gestion de la pollution sur la base des données disponibles à ce jour ;
- **Analyse des risques sanitaires** (ARR) prospective en vue de vérifier la compatibilité sanitaire de l'état des milieux laissés en place et les usages futurs.

## 2.3 CADRE NORMATIF

La mission globale s'inscrit dans le domaine de prestation A : Etudes/Assistance/contrôle de la norme NFX 31-620 2. Les prestations réalisées sont codifiées par cette norme de la façon suivante :

Prestations	Prestations élémentaires
Visite de site	A100
Etudes historique, documentaire et mémorielle	A110
Etude de vulnérabilité des milieux	A120
Elaboration d'un programme d'investigations prévisionnel	A130
Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols	A200
Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol	A230
Interprétation des résultats	A270
Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages	A330
Analyse des enjeux sanitaires	A320

Par ailleurs, la présente mission a été réalisée selon, notamment :

- les exigences normatives issues de la NF X 31-620 (partie 1 à 3) en rapport avec les prestations de services relatives aux sites et sols pollués ;
- la circulaire du 8 février 2007 relative aux modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués et ses annexes / documents guides, et sa mise à jour d'avril 2017 ;
- la norme NF ISO 10381-5 « Lignes directrices relatives à l'investigation des sols pollués en sites urbains et industriels » ;

- la norme NF ISO 10381-1/2/3 « Lignes directrices pour les techniques d'échantillonnage ».
- la norme NF ISO 10381-7 de Janvier 2006 - Qualité du sol - Échantillonnage - Partie 7 : lignes directrices pour l'échantillonnage des gaz du sol ;
- la norme NF X43-252 : air des lieux de travail – Echantillonnage et analyse des polluants gazeux sur charbon actif – Prélèvement par pompage ;
- la norme FD X 31-612 relative au prélèvement des gaz du sol ;
- Guide pratique du BRGM et de l'INERIS pour la caractérisation des gaz du sol et de l'air intérieur en lien avec une pollution des sols et/ou des eaux souterraines de novembre 2016 ;
- « Plan de Gestion », Techniques de l'Ingénieur, article G2 564 rédigé par le BRGM ;
- « Quelles techniques pour quels traitements - Analyse coûts-bénéfices », BRGM, ref. BRGM/RP-58609-FR, rapport final, juin 2010 ;
- Travaux du groupe de travail pollution concentrée – rapport UPDS – décembre 2014 ;
- Guide UPDS-ADEME - Elaboration des bilans coûts-avantages adaptés aux contextes de gestion des sites et sols pollués – mars 2017.

## 2.4 BASE DOCUMENTAIRE

Plusieurs études préalables ont été réalisées au droit du site. Les références de ces études sont synthétisées dans le tableau suivant :

Date	Organisme émetteur	Rapport	Document mis à disposition par EPASE
15/06/2011	APAVE	« Etude historique et documentaire » « Secteur Chateaucieux et de Chappe Ferdinand »	x
09/11/2016	SOCOTEC	« Saint Etienne Métropole rue Colonel Marey » « Prélèvements, mesures, observations, analyse et interprétation des résultats »	x
30/09/2017	SOCOTEC	« Saint Etienne Métropole » « Base vie tramway-Parcelle NEOLIA Saint Etienne »	x

Tableau 1 : Documents consultés



### 3. DESCRIPTION DU SITE ET DE SES ENVIRONS

D'une superficie de 7962 m<sup>2</sup>, le site est localisé en zone urbaine de la ville de Saint-Etienne, à proximité immédiate de la gare ferroviaire de Chateaufort, au sein d'une zone d'activités.

Les figures suivantes présentent un extrait de la carte IGN et l'emprise de la zone d'étude.

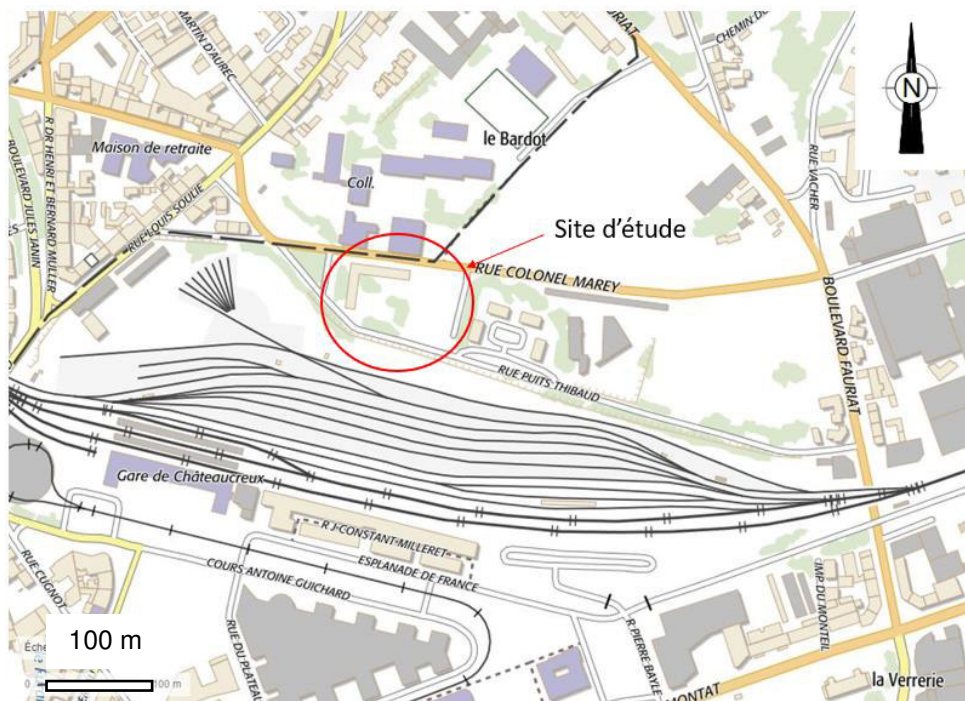


Figure 1 : Localisation du site d'étude (source : IGN – Géoportail®)



Figure 2 : Extrait du plan cadastral de la zone d'étude (source : EPASE)

Le site occupe les parcelles cadastrales DY 8 et 9. Il est à ce jour clôturé.



A noter que le périmètre du projet a été transmis par l'EPASE en cours d'étude. Aussi, deux périmètres ont été distingués dans le présent rapport, le périmètre d'étude (emprise des parcelles DY8 et 9) et l'emprise du projet (cf. figure ci-dessous).

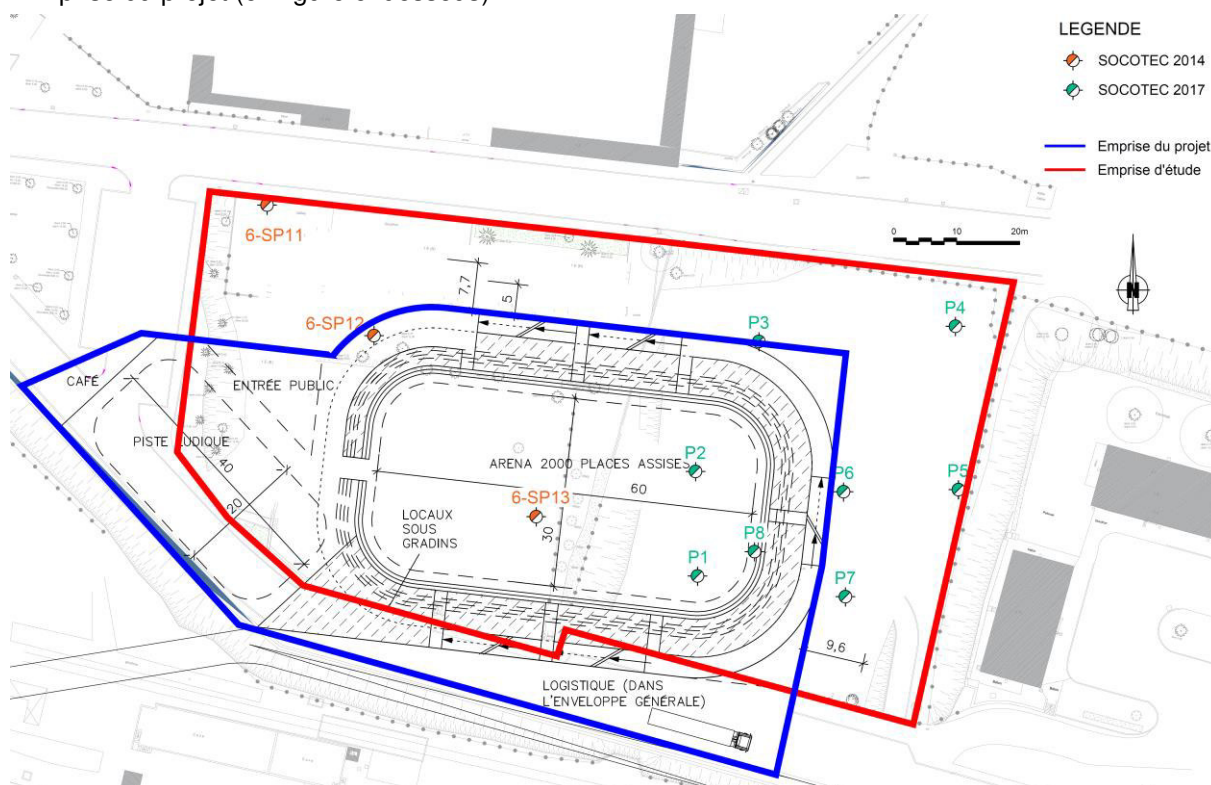


Figure 3 : Emprises étudiées

## 4. SYNTHÈSE DES DONNÉES DISPONIBLES

Plusieurs études environnementales ont été réalisées entre 2011 et 2017 :

- une étude historique et documentaire<sup>3</sup>, établie par APAVE pour l'EPORA sur l'ensemble du périmètre de la ZAC Chateaucieux ;
- deux diagnostics environnementaux<sup>4</sup>, établis par SOCOTEC pour Saint-Etienne Métropole.

Une synthèse de ces dernières est présentée ci-après.

### 4.1 HISTORIQUE DU SECTEUR D'ÉTUDE

L'étude historique et documentaire menée sur l'ensemble des secteurs de Chateaucieux et Chappe Ferdinand a montré, dans le secteur d'étude :

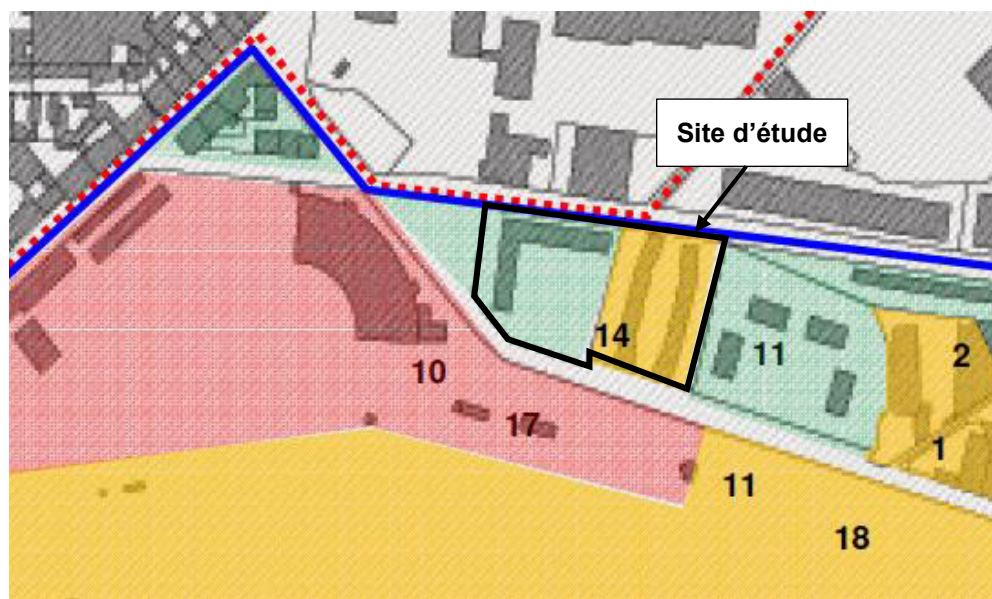
- Avant 1824 : la présence de prés, pâtures, vignes, jardins et étangs sur l'ancienne commune d'Outrefuran (secteur actuel de Chateaucieux) ;
- 1824 : présence du Château Creux dans le secteur d'étude ;
- A partir de 1857 : industrialisation massive et développement de la gare de Chateaucieux ;
- 1864 : présence de la gare provisoire de Chateaucieux ;
- 1874 : présence de deux rotondes au nord des voies de chemin de fer. Une rotonde supplémentaire et un bâtiment sont observés en place des actuelles voies de triage. Le secteur d'étude reste peu urbanisé. La présence du Puits Thibaud est mentionnée mais il n'est pas localisé (cet ouvrage sera abandonné en 1955 et remblayé) ;
- Avant 1909 : exploitation du Puits vieux des Hospices, recensé au sud du site d'étude ;
- 1920 : présence de la gare de Chateaucieux dans sa position définitive. Une zone remblayée de façon importante est mentionnée, en partie est du site d'étude. Compte tenu de l'instabilité du terrain due pour partie aux activités d'exploitation de la houilles, le secteur nord de la gare de Chateaucieux a été fortement remblayé sur plusieurs mètres d'épaisseur.
- 1930 à 1940 : présence de jardins ouvriers en partie ouest du site, la partie est occupée par des immeubles d'habitation ;
- 1954 : présence d'une école à l'ouest du site (les immeubles d'habitation étant toujours en place en partie est) ; Au sud du site, présence des deux rotondes de garage des locomotives dans un positionnement similaire à la situation actuelle, avec création de nouveaux petits bâtiments autour des rotondes ;
- 1981 : urbanisation du secteur d'étude ; Au sud-ouest du site, destruction d'une rotonde de garage de locomotives ;
- Jusqu'en 2019 : pas d'évolution significative du site d'étude.

Les installations à risque de pollution recensées sont liées aux anciennes installations minières, aux remblais d'origine et de qualité inconnues apportés sur le site (de manière importante partie est). Les risques de pollution des sols présumés sont présentés sur la figure suivante.

---

<sup>3</sup> Rapport APAVE n° 30869077 version 2 du 15 juin 2011

<sup>4</sup> Rapports SOCOTEC n°EL7PA17243 du 30/09/2017 et n° EL7PA/16/287 du 09/11/2016



Niveaux de risque de pollution des sols	Activités / événements
Faible	Jardins, logements, écoles, parkings de véhicules, commerces
Moyen	Puits d'accès aux mines, atelier de mécanique, stockage de liquides inflammables, poste de distribution, imprimerie, lavage de véhicules, transport ferroviaire de marchandises
Fort	Traitement de surface, travail des métaux, sidérurgie, cokerie, distillation de goudron, fonderie, incendie, bombardement, activités historiques de maintenance des trains.

Figure 4 : Extrait du plan de hiérarchisation des niveaux de risque de pollution des sols suspectés (APAVE, 2016)

## 4.2 ETAT DES MILIEUX CONNU (2016-2017)

Les investigations de terrain menées en 2016 et 2017 au droit du site sont décrites ci-après.

Les investigations de terrain menées sur la **parcelle DY8** (ouest) ont consisté en la réalisation de 3 sondages à la tarière jusqu'à une profondeur maximale de - 2 m. A noter que les investigations sur les sols ont été réparties de manière aléatoire au droit du site (cf. figure suivante).

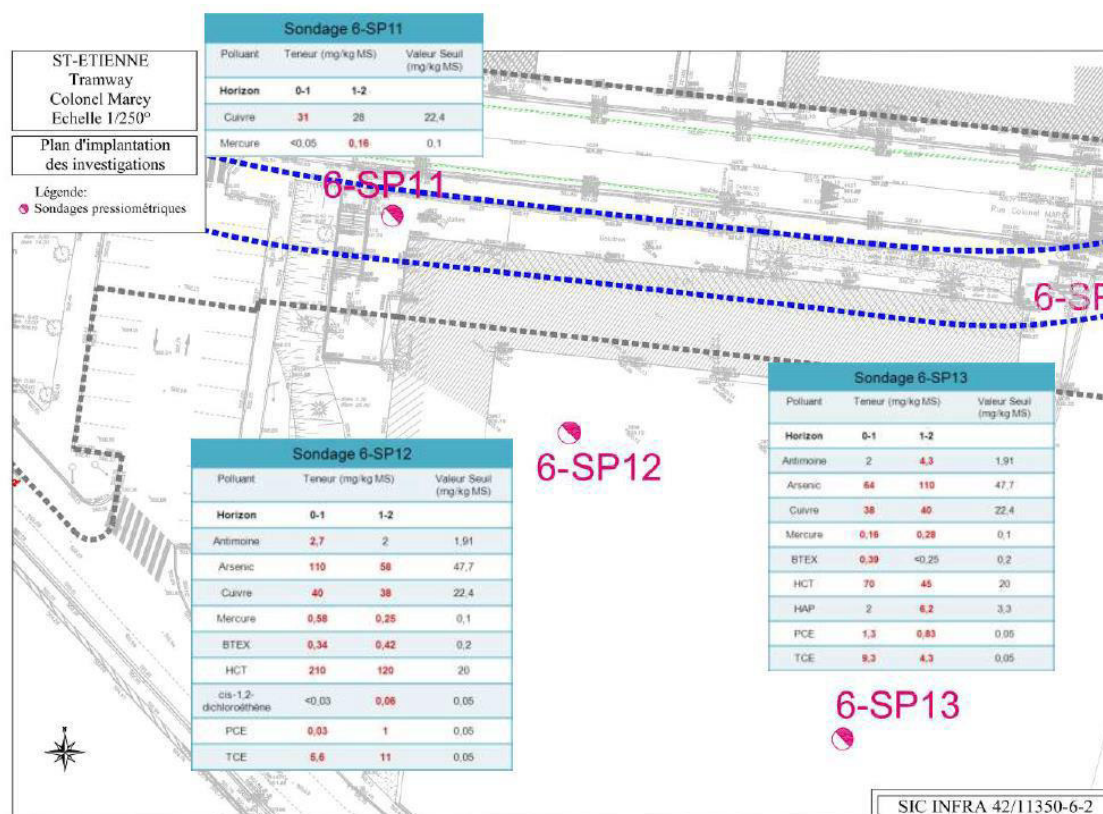


Figure 5 : Schéma d'implantation des sondages (source : SOCOTEC, 2016)

Les investigations ont notamment mis en évidence :

- Des terrains rencontrés correspondant essentiellement à des remblais schisteux ;
- Des **fortes teneurs en COHV<sup>5</sup>**, assimilables à des points de pollution concentrée au droit des sondages SP12 et SP13 (teneurs comprises entre 5 et 12 mg/kg **jusqu'à -2 m**) ;
- Pour les autres composés (métaux et autres composés organiques), des teneurs ponctuellement supérieures au bruit de fond géochimique ou anthropique mais globalement assimilables à une pollution diffuse ;
- Des teneurs ponctuellement supérieures aux valeurs seuils définies dans l'Arrêté Ministériel du 12/12/2014 (définissant les critères d'admissibilité en ISDI<sup>6</sup>).

Les investigations de terrain menées sur la **parcelle DY9** (est) ont consisté en la réalisation de 8 sondages au carottier portatif jusqu'à une profondeur maximale de - 1 m. Les sondages ont été répartis sur l'ensemble du site de manière aléatoire (cf. figure suivante).

<sup>5</sup> Composés organohalogénés volatils

<sup>6</sup> Installation de Stockage de Déchets Inertes



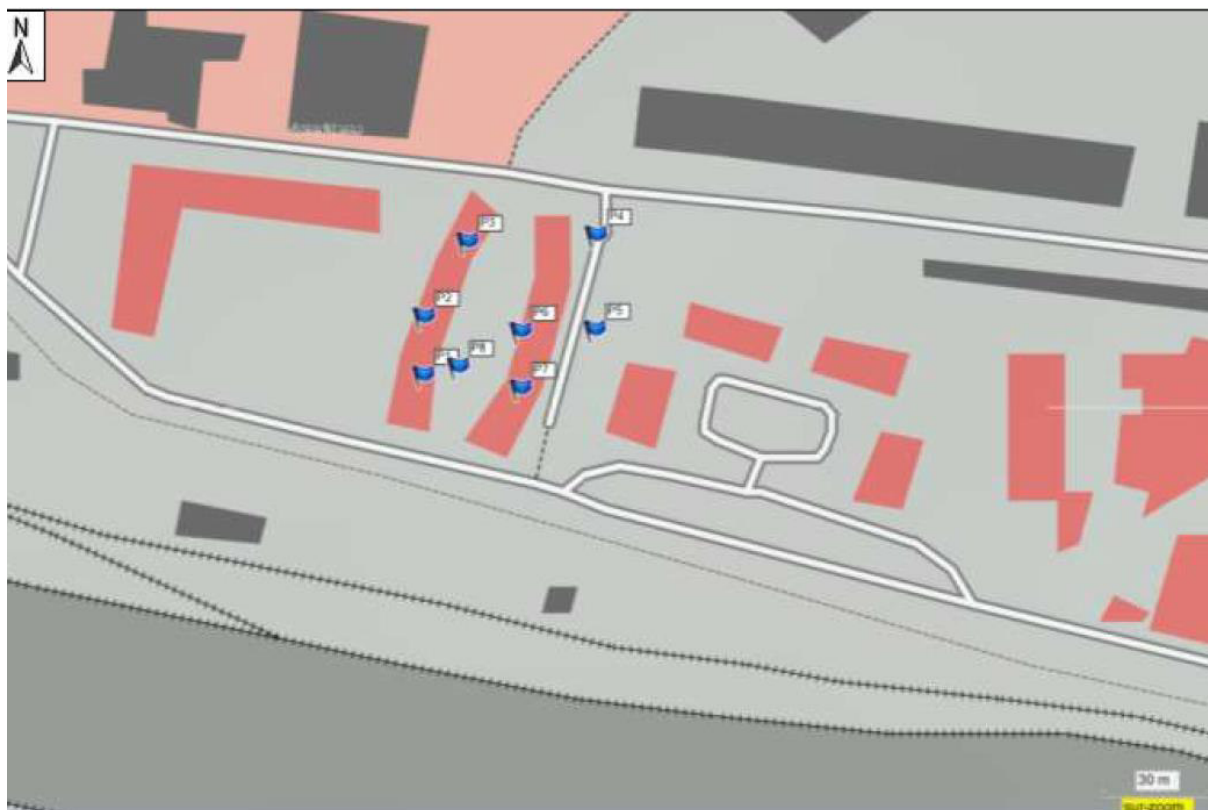


Figure 6 : Schéma d'implantation des sondages  
(source : SOCOTEC, 2017 – très mauvaise qualité de plan)

Les investigations ont notamment mis en évidence :

- Des terrains rencontrés correspondant à des remblais ;
- L'absence de pollution concentrée, les composés recherchés étant présents en des teneurs globalement assimilables à une pollution diffuse ou un bruit de fond.

## 5. ETUDE DE VULNERABILITE

### 5.1 METEOROLOGIE

D'après les données de Météo France® issues de la station météorologique la plus proche (Saint-Etienne), les précipitations annuelles sont d'environ 718.2 mm et les températures varient en moyenne sur l'année de 26.7°C (record à 41.1°C) à 0.7°C (record à -25,6°C).

Les vents dominants soufflent globalement selon un axe nord-sud.

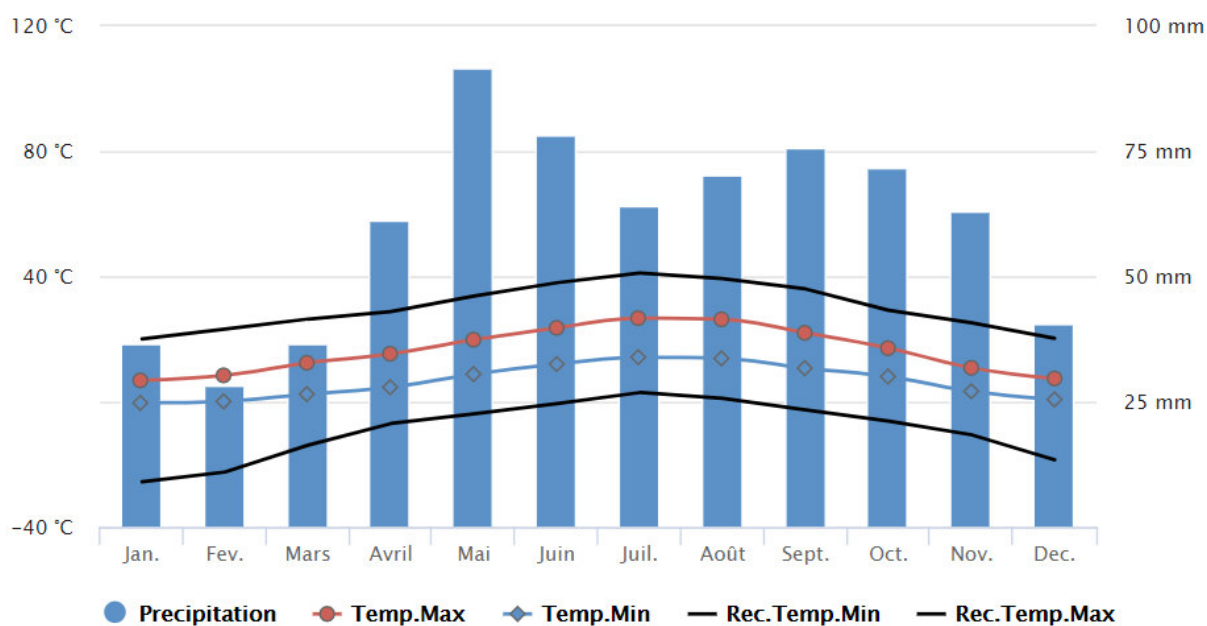


Figure 7 : Contexte météorologique – pluviométrie et températures de la station de Saint Etienne (source : Météofrance®)

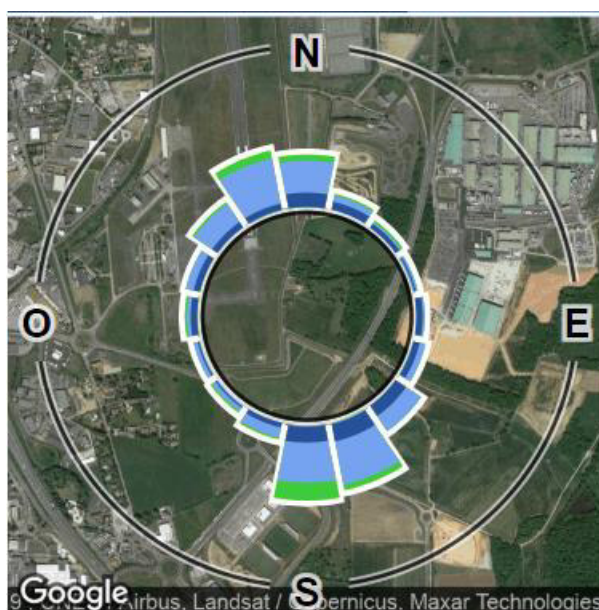


Figure 8: Rose des vents-station de l'aéroport Saint Etienne-Bouthéon (source : Windfinder®)

## 5.2 ZONES NATURELLES PROTEGEES

Le site prend pied en dehors de zones protégées ou d'intérêt de type ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique), zones classées biotope, de réserves naturelles nationales, de sites classés et de sites inscrits.

La zone naturelle la plus proche du site (rayon de 2 km) est (cf. figure 8) le site Natura 2000 : « Vallée de l'Ondenon, contreforts nord du Pilat » à environ 1,8 km au sud-ouest.

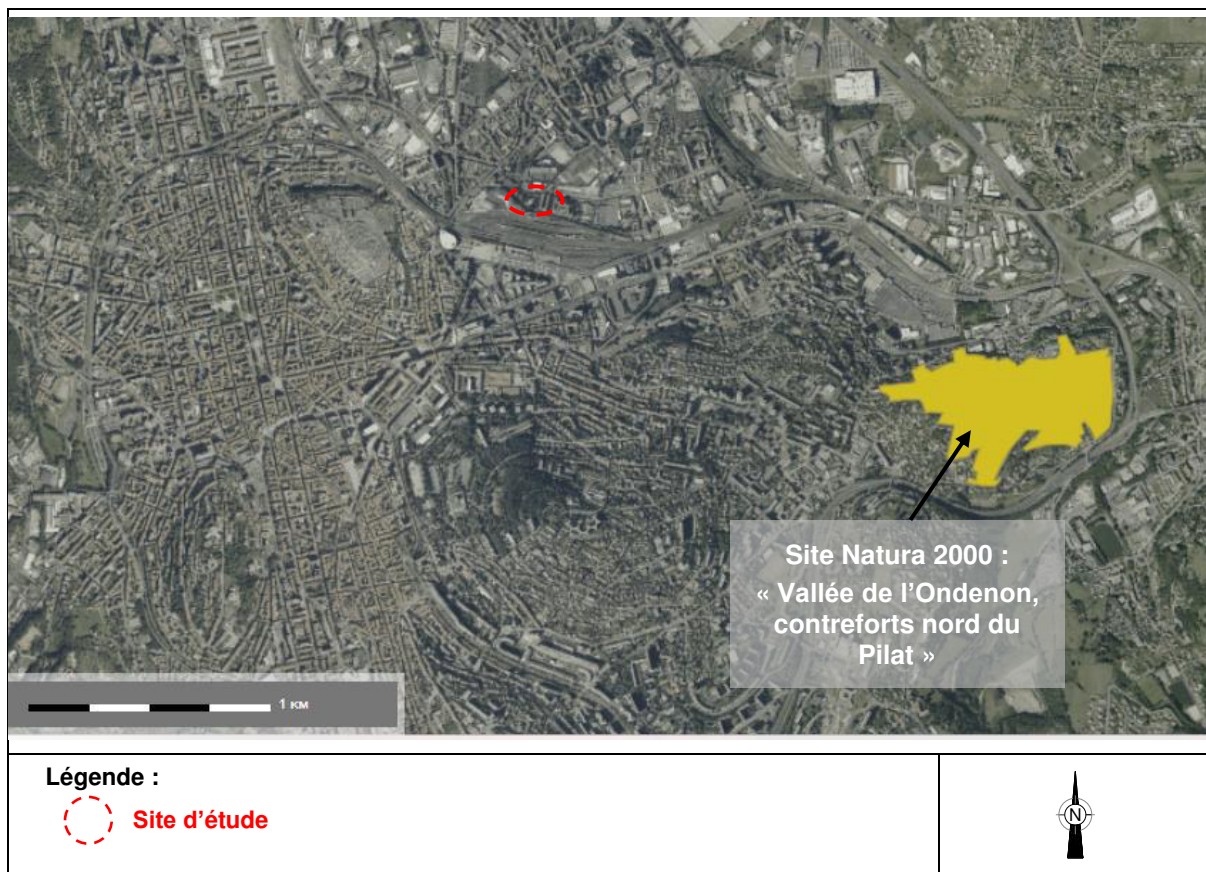


Figure 9 : Zones naturelles protégées à proximité du site d'intérêt (source : InfoTerre®)

Compte-tenu de la localisation du site d'étude (milieu urbain, hors zones naturelles protégées ou d'intérêt), les zones naturelles aux alentours du site n'apparaissent pas vulnérables à une éventuelle pollution issue du site.



## 5.3 CONTEXTE GEOLOGIQUE

Le site se trouve au droit d'une dépression houillère séparant les massifs cristallins des Monts du Lyonnais au nord et le massif du Pilat au sud. Il est situé au droit de la formation he5, **formation du Stéphaniien moyen** qui constitue l'assise de Saint-Etienne. Le site est situé au droit de la Série du Treuil, laquelle inclut 16 couches de houille, du faisceau de Grûner, réparties dans un ensemble de sédiments fins schisto-gréseux.

Un extrait de la carte géologique du BRGM n°698 de Saint-Etienne est présenté ci-dessous.

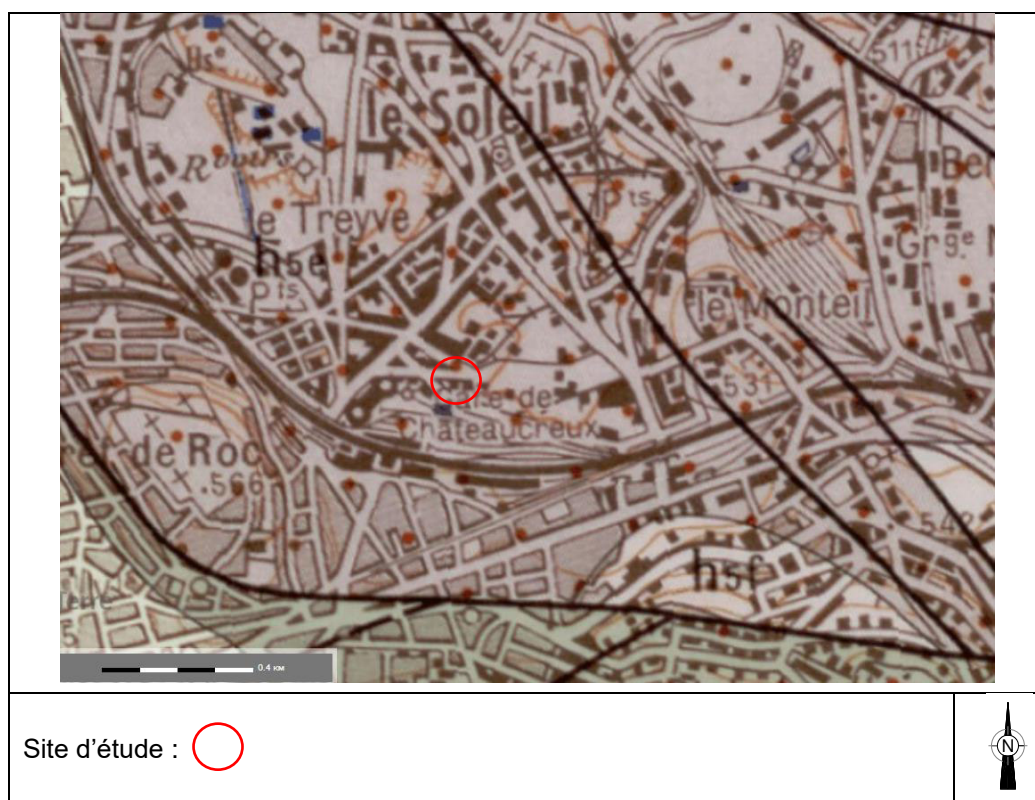


Figure 10 : Carte géologique au 1/50 000 (carte du BRGM n°745)

Compte-tenu de nombreuses formations houillères, le secteur a été exploité depuis plus de deux siècles.

D'après les sondages précédemment réalisés par SOCOTEC, la lithologie présente au droit du site est la suivante :

- **remblais sablo-argileux** entre 0 et -2/-3m ;
- **schiste altéré** jusqu'à environ -5m ;
- alternance de **grès gris** et **schiste** gris jusqu'à -15m.

**Etant donné leur caractère globalement perméable, les matériaux d'assises du site sont considérés vulnérables à la diffusion de pollution dans le sous-sol.**

## 5.4 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE ET USAGE DE LA RESSOURCE

### 5.4.1 CONTEXTE

Les formations houillères sont imperméables et les travaux miniers peuvent avoir eu une influence sur les circulations d'eaux souterraines puisqu'ils induisent des fracturations.



En revanche, aucun aquifère n'est référencé dans les formations schisteuses sous-jacentes. La présence de nombreux anciens puits de mines sur le secteur vient également témoigner de l'absence de niveaux d'eaux cohérents dans les 100 premiers mètres.

Le site se trouve au droit de la masse d'eau 4048 Forez BV Loire, circulant dans le socle (profondeur non connue).

Les infiltrations d'eaux météoriques au droit de zones découvertes peuvent être à l'origine de petits niveaux d'eaux localisés.

**La vulnérabilité des eaux souterraines au droit du site est considérée comme faible, en l'absence d'aquifère mais en considérant les circulations d'eaux d'infiltration potentielles dans les fractures du sol.**

#### 5.4.2 USAGE DE LA RESSOURCE EN EAUX SOUTERRAINES

Les captages présentés dans les paragraphes suivants correspondent aux forages, piézomètres et puits recensés auprès de l'ARS (Agence Régionale de la Santé) et de la BSS (Banque du Sous-Sol) du BRGM.

##### 5.4.2.1 Alimentation en eau potable (source : ARS)

D'après les données de l'ARS du Rhône, aucun captages AEP<sup>7</sup> n'est recensé dans un périmètre de 5 km autour de la zone d'étude.

##### 5.4.2.2 Ouvrages d'eau répertoriés dans la BSS (source : InfoTerre®)

D'après la Banque de données du Sous-Sol (BSS) du BRGM, 7 points d'eau au total sont répertoriés dans un rayon de 200 m autour du site. Leur localisation et caractéristiques sont présentées en annexe 4.

Ces ouvrages correspondent pour partie à des puits (4/8), la nature des autres ouvrages n'étant pas connue.

Compte-tenu de l'occupation des environs du site (zone d'activités), la présence de puits non référencés utilisés pour un usage potentiellement sensible (arrosage de jardins potagers) est peu probable.

**En l'absence d'usage recensé des eaux souterraines circulant dans les formations schisteuses à proximité du site, la sensibilité des eaux souterraines est considérée comme faible.**

### 5.5 CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET USAGE DE LA RESSOURCE

#### 5.5.1 CONTEXTE

Un cours d'eau canalisé en souterrain, affluent de la rivière Furan, traverse la ville de Saint-Etienne du nord au sud, à environ 200 m à l'ouest du site. Un affluent de celui-ci, nommé l'Isérable s'écoule à environ 500m au sud du site.

L'emprise du site fait partie du SDAGE du bassin Rhône-méditerranée (2016-2021) ainsi que du contrat de milieux : « Furan et affluents » (achevé).

---

<sup>7</sup> Alimentation en Eau Potable

A noter que le SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée a défini pour le Furan des objectifs de bon potentiel écologique et chimique (échéance en 2015).

**Les cours d'eau étant canalisés, la vulnérabilité des eaux superficielles est jugée faible à une éventuelle pollution issue du site.**

## 5.5.2 USAGES

Des barrages sont situés sur le Furan. Par ailleurs, la pêche est pratiquée au sein de cette rivière (source : Fédération pêche 42, site internet de la ville de Saint-Etienne).

**Compte-tenu d'usages sensibles (pêche) au droit du Furan, les eaux superficielles sont considérées comme sensibles vis-à-vis d'une éventuelle pollution en provenance du site.**

## 5.6 SITES (POTENTIELLEMENT) POLLUES

Le tènement n'est pas référencé dans la base de données BASIAS<sup>8</sup>.

18 sites industriels BASIAS sont recensés dans un rayon de 300 m autour du site. Aucun site BASOL<sup>9</sup> n'a été identifié dans ce périmètre.

La localisation et les caractéristiques de ces sites sont présentées ci-dessous.

Référence	Raison sociale	Date début d'activité	Date fin d'activité	Activités	Localisation par rapport au site
RHA4206677	Service de la voie et des bâtiments de la Sté Nationale des Chemins de Fer Français (SNCF)	1967	Inconnue	Gros "dépôt de Saint-Etienne Chateaucieux" de liquides inflammables avec station-service	70m au sud-ouest
RHA4207707	M. Yves LEVAILLANT, anc. M. IMBERT	1974	2003	Garage avec carrosserie	170m au nord-est
RHA4200532	Concession des Mines du Treuil (M. DESHAYES) ; anc. Concession de BERARD (Bérard)	1849	Activité terminée	Extraction de houille et cokerie	210m à l'est
RHA4206679	SA Transport Perronet	1950	Inconnue	Transport, distribution de carburants	220m au sud-est
RHA4205921	SA Entreprise Claude ROCHER	1970	Inconnue	Stockage et distribution de carburant pour les véhicules de l'entreprise	270m au nord-est
RHA4206215	SNCF	1966	Inconnue	DLI, Alimentation des appareils de chauffage des autorails et véhicules	250m au sud-est
RHA4206212	SNCF - service VB Sud-Est	1969	Inconnue	Dépôt de liquides inflammables pour alimenter une chaufferie, transformateur PCB	230m au sud
RHA4206209	SNCF (Gare de Saint-Etienne - Chateaucieux)	1943	Activité terminée	Générateur d'acétylène pour soudure autogène	250m au sud-ouest
RHA4206213	SNCF - Service Régional VB Sud-Est	1969	Inconnue	Dépôt de liquides inflammables pour alimenter une chaufferie	270 au sud-ouest
RHA4205919	M. Alfred ROYER	1969	Inconnue	Vernissage meubles	280m au nord
RHA4202226	M. Marc TIMSITT	1980	Inconnue	Imprimerie	300m au nord

<sup>8</sup> Base de données des Anciens Sites Industriels et Activités en Service

<sup>9</sup> Base de données BASOL sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif

Référence	Raison sociale	Date début d'activité	Date fin d'activité	Activités	Localisation par rapport au site
RHA4205649	M. LAFFONT	1975	Inconnue	Réparation de véhicule automobile	270m au nord
RHA4207895	M. Paul DUFOUR	1946	Inconnue	Atelier mécanique	260m au nord
RHA4205648	M. JOSSEAUME	1973	Inconnue	Laverie automatique	250m au nord
RHA4206678	MM. DENIS et TERRAT	1925	Inconnue	Générateur d'acétylène	160m au nord-ouest
RHA4206214	SNCF - Service VB Sud-Est	1969	Inconnue	Dépôt de liquide inflammables	200m à l'ouest
RHA4206210	Cie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée	1915	Activité terminée	Cie des chemins de fer	210m au sud-ouest
RHA4207817	SA Outillage Forézien	1978	Inconnue	Atelier de mécanique générale	280m au nord-ouest

Tableau 2 : Sites BASIAS recensés dans un rayon de 300 m autour du site

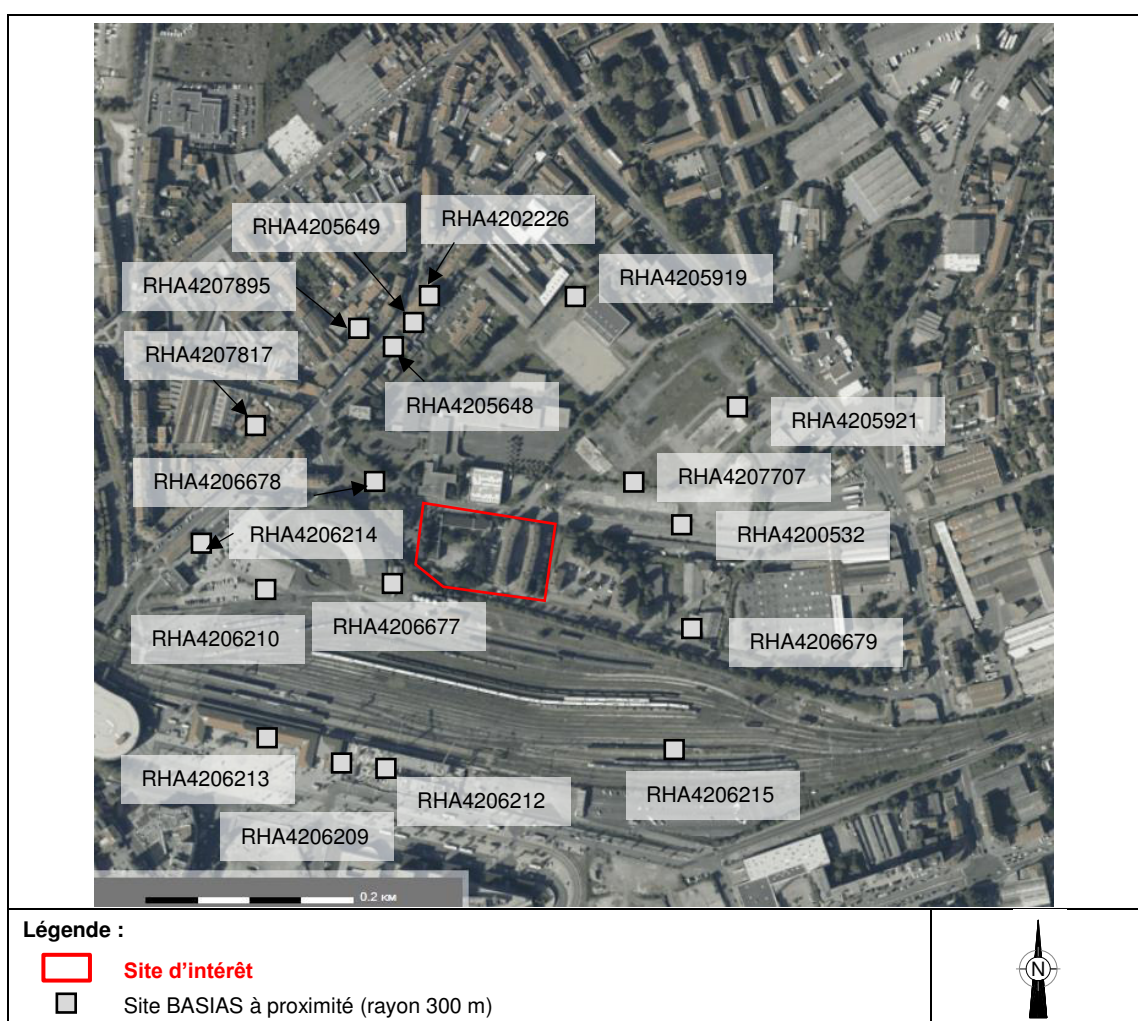


Figure 11 : Sites BASIAS répertoriés à proximité du site d'intérêt (source : BRGM InfoTerre®)

**Compte-tenu de la présence de nombreux sites BASIAS à proximité du site, le site d'étude est considéré comme potentiellement vulnérable à une éventuelle pollution issue de ceux-ci.**

## 5.7 SYNTHÈSE DE LA VULNÉRABILITÉ ET DE LA SENSIBILITÉ DES MILIEUX

La vulnérabilité et sensibilité des milieux peuvent être qualifiées comme suit :

- les sols : **vulnérables** (car globalement perméables en surface, et fracturés en profondeur) ;
- les eaux souterraines :
  - **non vulnérables**, au vu de l'absence d'aquifère au sein des formations schisteuses au droit du site ;
  - **non sensibles**, en l'absence d'usages sensibles recensés.
- les eaux superficielles :
  - **non vulnérables** compte-tenu de la présence de canal en souterrain protégeant ainsi cette ressource ;
  - **sensibles**, les eaux superficielles étant utilisées pour des activités de pêche.

## 6. ETUDE HISTORIQUE COMPLEMENTAIRE

L'étude historique présentée ci-après a été réalisée sur la base des données récoltées *via* Geoportail® (vues aériennes anciennes IGN®), lors de la visite détaillée du site et des éléments de l'étude historique datant de 2011.

A noter qu'aucun document relatif au site d'étude n'a été trouvé aux archives municipales.

Par ailleurs, les archives départementales ont également été consultées et ont donné un retour négatif à nos recherches.

Les photographies aériennes anciennes et les principaux documents d'archives utilisés pour retracer l'historique du site sont rassemblés respectivement en Annexe 5.

### 6.1 PROPRIETE

Le tènement est actuellement propriété de Saint Etienne Métropole.

### 6.2 CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Le site n'est pas référencé en tant qu'ICPE<sup>10</sup> (source : base de données des installations classées, DDPP<sup>11</sup> Rhône).

### 6.3 SYNTHESE HISTORIQUE

A partir de la visite de site, de photographies aériennes de l'IGN (cf. Annexe 5 et de l'étude historique de l'EPORA, le contexte historique a été reconstitué et est synthétisé dans le tableau suivant (**en rouge** : activités à risque de pollution potentielle, sur site).

Année	Evènement / Description du site	Source
1874	Un <b>puits de mine</b> « Puits Thibaud » est présent au droit du site. La compagnie ayant exploité ce puits est la « compagnie Houillères de Saint-Etienne » (fin d'exploitation non connue).	Etude historique APAVE www.railetindustrie.com
1920	Le plan montre que la partie ouest du site a été <b>remblayée</b> .	Etude historique APAVE
1930	Le site présente des jardins ouvriers à l'ouest. La partie est comporte un bâtiment (usage non connu)	IGN ® 1930
1938	La partie ouest du site est inoccupée et semble végétalisée. En partie est, présence de deux bâtiments ayant gardé la même configuration jusqu'à leur récente démolition (usage résidentiel).	IGN ® 1938
1942	Des jardins ouvriers sont de nouveau visibles en partie ouest du site. Aucun changement notable en partie est.	IGN ® 1942

<sup>10</sup> Installations classées pour la protection de l'environnement

<sup>11</sup> Direction départementale de la protection des populations

Année	Evènement / Description du site	Source
1964	Un bâtiment est construit en partie ouest et comporte des espaces extérieurs aménagés. Les plans mentionnent une école. Un parking sera créé en 1970 à l'ouest du bâtiment. Aucun changement notable en partie est.	Etude historique APAVE IGN @ 1964 IGN @ 1970
2015	La société « SNCF mobilités » occupe le bâtiment au « 14 rue Colonel Marey » (bâtiment ouest).	Société.com
2019	Les deux bâtiments en partie est sont démolis. Quelques mois plus tard, le bâtiment en partie est sera démoli à son tour. Le site est utilisé par la suite en tant que plateforme de stockage de terres pour les besoins des travaux d'aménagement du tramway (le site n'est plus occupé à ce jour).	Visite de site Géoportail @ EPASE

*Tableau 3 : Synthèse de l'historique du site*

**En synthèse, sur la base des informations et documents disponibles à ce jour, l'historique du site peut se résumer ainsi (cf. figure ci-dessous) :**

- de **1874 à ~1938**, le site est exploité par la compagnie houillère de Saint-Etienne *via* le Puits Thibaud (et Puits vieux des Hospices ?) localisé en partie nord du site ;
- **1938**, construction d'un bâtiment à usages de logements en partie est et de jardins ouvriers en partie ouest ;
- **1964**, construction d'un bâtiment à usages d'école en partie est jusqu'en 2015 où le bâtiment sera occupé par la société « SNCF mobilités » ;
- **2019**, les deux bâtiments sont démolis.

## 6.4 ACCIDENTS ET INCIDENTS

Aucun incident n'a été recensé dans les documents consultés et lors de la visite de site.

## 6.5 SYNTHÈSE DES ZONES POTENTIELLEMENT A RISQUE ET POLLUANTS TRACEURS ASSOCIÉS

Les **zones à risque d'un point de vue environnemental** en lien avec les **activités historiques et actuelles exercées sur le site** sont synthétisées dans le tableau suivant.

Les zones à risques sont localisées sur la figure 11 ci-après.

Localisation sur la figure 11	Exploitant	Activités à risque	Risques	Polluants associés	Traceurs	Profondeur potentielle
Non localisé	Compagnie Houillères de Saint-Etienne	Puits d'accès aux mines	Transfert vers les sols sous-jacents	Métaux, Huiles	Métaux, BTEX, HAP, HCT C10-C40	-2 m
Ensemble du site	/	Dépôts potentiels de remblais de nature et d'origine inconnues sur l'ensemble du site	Remblais potentiellement intrinsèquement pollués	Divers	HCT C10-C40, BTEX, HAP, PCB, métaux, COHV	-2/-3 m

**Polluants** : HCT : Hydrocarbures totaux C10-C40 ; COHV : Solvants chlorés ; Métaux lourds : Arsenic, Cadmium, Chrome total, Cuivre, Mercure, Nickel, Plomb, Zinc ; HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques ; PCB : Polychlorobiphényles ; BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes

*Tableau 4 : Synthèse des zones à risques et traceurs potentiels associés*



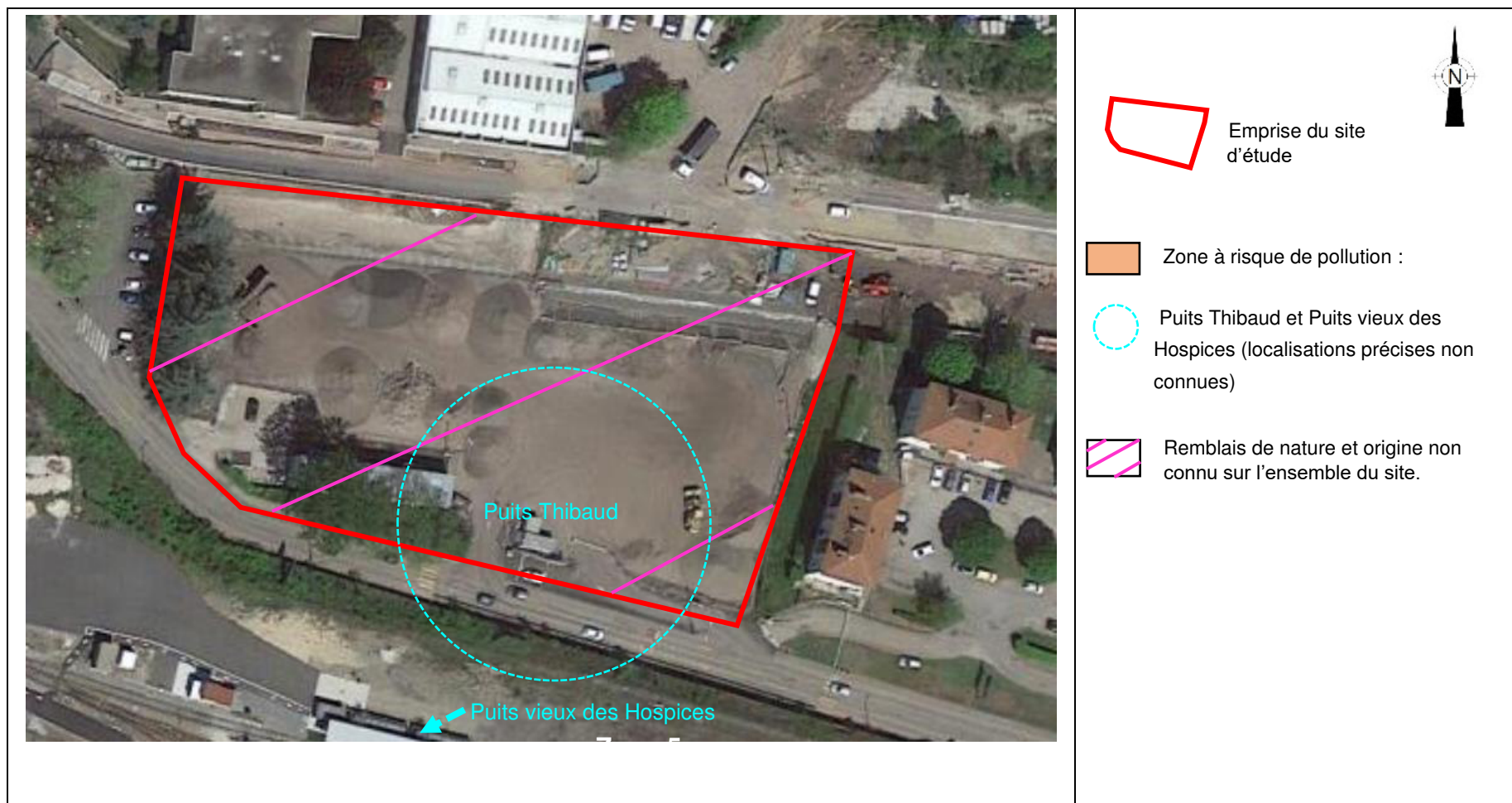


Figure 12 : Localisation des zones à risque de pollution potentielle



## 7. INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LES SOLS (2019)

L'objectif de ces investigations complémentaires est de circonscrire latéralement et verticalement les sources de pollution identifiées antérieurement (COHV) sur la parcelle DY9 et de caractériser les zones à risque de pollution n'ayant pas fait l'objet d'investigations.

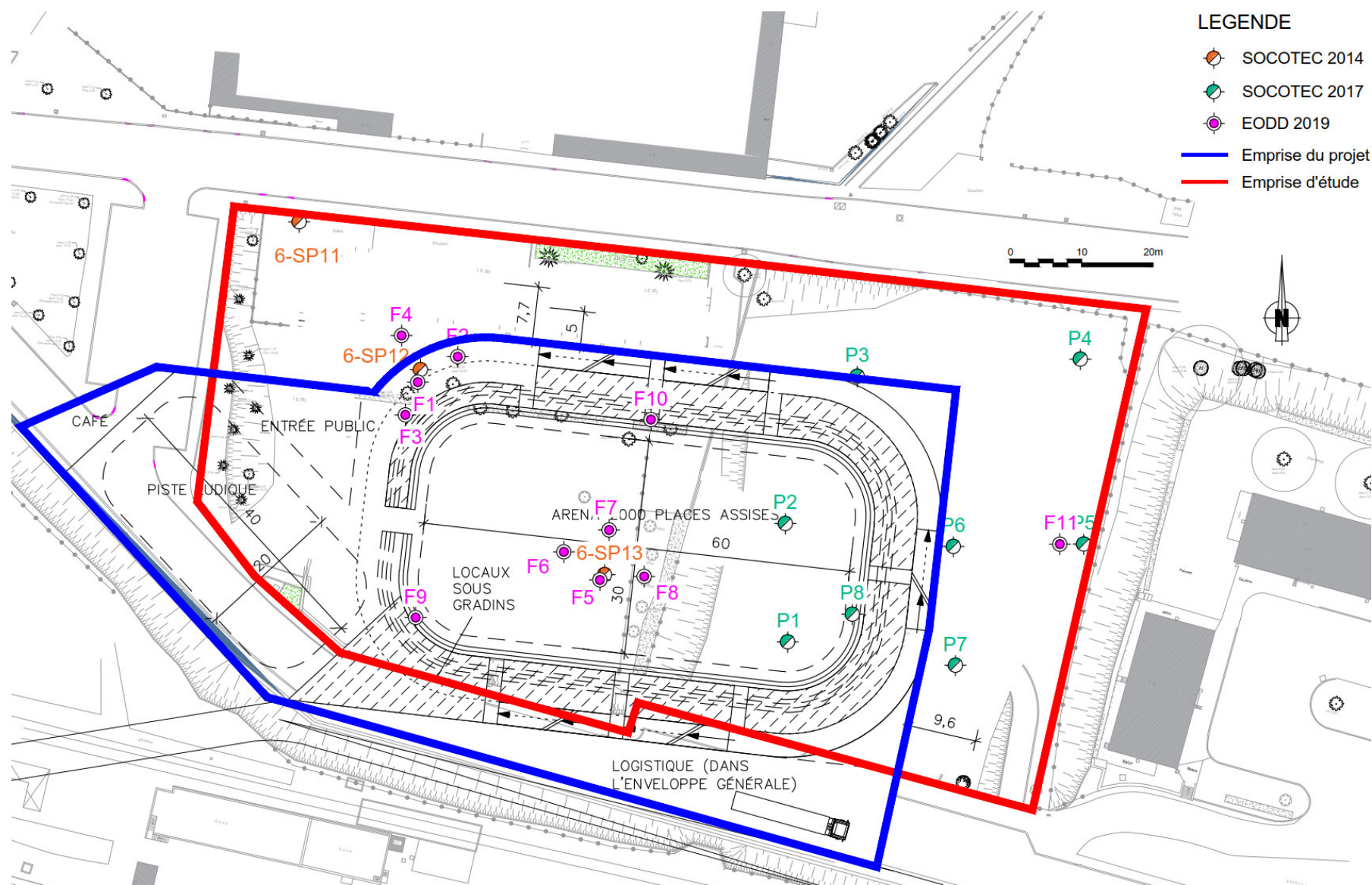
### 7.1 DESCRIPTIONS DES INVESTIGATIONS REALISEES

Les investigations effectuées les 21 et 22 novembre 2019 ont consisté en la réalisation de 11 fouilles à la pelle mécanique, par la société SIC INFRA 42 sous le contrôle de Solène PERRIER, opératrice spécialisée d'EODD Ingénieurs Conseils.

Les sondages ont été implantés en vue de circonscrire les anomalies de concentration avérées en COHV en SP12 et SP13, caractériser les terrains sur le reste du site (afin de disposer d'une cartographie globale plus fine de la qualité des terrains) et apporter une première tendance quant au caractère inerte ou non inerte des futurs déblais.

Il est à noter que la position des sondages de 2016 (SP12 et SP13) n'est pas précisément connue, en l'absence de coordonnées géographiques précises.

Le plan de localisation des sondages est présenté ci-après.



Les fouilles ont été descendus entre -1,3/2,7 m (F3 à F7 et F9 : arrêt des fouilles en présence d'un niveau d'eau) et -3m de profondeur (F1, F2, F8, F10 et F11).

A noter que de nombreux refus de sondage ont été observés dans le secteur de SP13 (F5, F6, F7), en lien avec la présence d'une dalle recoupée à environ 1 m de profondeur.

Chaque sondage a fait l'objet de mesure de gaz *in situ* à l'aide d'une sonde portative (PID<sup>12</sup>) ainsi que d'une description litho-stratigraphique (structure, texture, couleur...).

Les coupes lithologiques des sondages sont présentées en Annexe 8.

Les échantillons de sols prélevés ont été conditionnés dans du flaconnage transmis par le laboratoire en fonction du programme analytique, stockés à basses températures (< 5°C) et à l'abri de la lumière dans des boîtes isothermes. Ils ont été transportés au laboratoire dans les plus brefs délais (24h) avec un transport assuré par EODD ingénieurs conseils.

1 à 3 échantillons par sondage ont été soumis à analyse, pour :

- Analyse de l'ensemble des paramètres d'acceptation en ISDI (selon AM du 12/12/14) pour identification des filières de gestion hors site des éventuels déblais générés par le projet ;
- Analyse des polluants traceurs correspondant aux activités à risques mises en évidence (remblais), à savoir : HCT, HAP, BTEX, métaux lourds ;
- Analyse des COHV (PPC identifiés lors de la première phase d'investigation) afin de circonscrire les zones d'anomalies).

Les analyses ont été sous-traitées au laboratoire SYNLAB, accrédité COFRAC<sup>13</sup>.

Le détail des investigations est synthétisé dans le tableau ci-après.

Sondage	Profondeur	Echantillons analysés	Objectifs	Polluants traceurs recherchés
F1	-3m	F1 (0.2-1)	Caractérisation des futurs déblais	Pack ISDI
		F1 (1-2)	Circonscription de SP12 en profondeur	COHV
		F1 (2-3)		COHV
F2	-3m	F2 (0.2-1)	Circonscription de SP12 en latéral	COHV
F3	-2m	F3 (0.2-1)		COHV
F4	-2.8m	F4 (0.2-1)		COHV
F5	-1.3m	F5 (0.15-1)	Caractérisation des futurs déblais	COHV
		F5 (1-1.3)	Circonscription de SP13 en profondeur	COHV
F6	-1.3m	F6 (0.1-0.7)	Circonscription de SP13 en latéral	COHV
F7	-1.2m	F7 (0.1-0.5)		COHV
		F7 (1-2)		COHV

<sup>12</sup> Photo Ionisation Detector

<sup>13</sup> Comité français d'accréditation

Sondage	Profondeur	Echantillons analysés	Objectifs	Polluants traceurs recherchés
F8	-3 m	F8 (0.15-1)		COHV
		F8 (1-1.2)		COHV
F9	-1 m	F9 (0.15-1)	Caractérisation des futurs déblais	Pack ISDI + COHV + métaux + HCT C5-C10
F10	-3m	F10 (0.15-0.8)	Caractérisation des terrains (zones à risque)	HCT (C10-C40), HAP, BTEX, COHV, 8 métaux sur brut + HCT C5-C10
F11	-3m	F11 (0.15-1)	Caractérisation des futurs déblais	Pack ISDI + métaux + HCT C5-C10

**Légende :**

HCT C10-C40 : hydrocarbures totaux / HCT C5-C10 : hydrocarbures légers volatils / BTEX : benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes / HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques / COHV : composés organiques halogénés volatils / 8 métaux lourds : arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc / ISDI : paramètres des critères d'admissibilité fixés par l'arrêté du 12/12/2014<sup>14</sup>

*Tableau 5 : Détail des investigations sur les sols*

A l'issue de la réalisation des fouilles, celles-ci ont été rebouchées avec les matériaux extraits, en respectant la lithologie d'origine.

## 7.2 OBSERVATIONS ET MESURES DE TERRAIN

Les coupes de sondages sont présentées en Annexe 8.

Les sondages réalisés ont globalement mis en évidence la lithologie suivante (du haut vers le bas) :

- Enrobé sur 15 à 20 cm d'épaisseur recouvrant l'ensemble du site ;
- Présence d'une dalle bétonnée en F5 (centre du site) recoupée entre -1,7 et -1,9m de profondeur ;
- **Remblais bruns à noirs** sableux à limoneux avec graves, comportant des morceaux de briques et de géotextile sur l'ensemble des sondages entre -0,2 et -2/-3m – à noter que ces remblais sont de couleur rouge à ocre en F7, F8 et F9 (centre du site) ;
- **Limons ocres** entre -2 et -3 m en F10 (nord du site) ;
- **Terrain naturel supposé : schiste rouge** entre -2,6 et -2,8m de profondeur, puis **argiles limoneuses grises verdâtres** à partir de -2,8m en F2 (nord-ouest du site).

Aucun indice de pollution organique volatile (signal PID) n'a été observé dans les sols du site.

A noter la présence d'un niveau d'eau (assimilé à des infiltrations d'eaux météoritiques suite à de forts épisodes de pluie) sur les fouilles F3 à F7 et F9. A noter la présence d'eau légèrement irisée en fond de fouille au droit de F3 (nord-ouest du site).

## 7.3 RESULTATS ANALYTIQUES

Les bordereaux des résultats d'analyses sur les sols sont rassemblés en Annexe 10.

<sup>14</sup> Sur brut : HCT, HAP, PCB, BTEX, COT ; sur éluat : métaux, sulfates, fluorures, chlorures, fraction soluble, indice phénol, COT

### 7.3.1 VALEURS DE REFERENCE

Les concentrations mesurées dans les sols ont été comparées :

- Pour les métaux : aux gammes de valeurs ordinaires indiquées dans le rapport BRGM « base de données relative à la qualité des sols - l'INRA<sup>15</sup> ». Une teneur supérieure aux valeurs hautes de la gamme de valeurs observées dans les sols « ordinaires » sera considérée comme anormale.
- Pour les autres composés organiques : aux seuils de quantification du laboratoire, ces composés n'étant pas ou peu présents de manière naturelle dans les sols ;
- Pour les futurs déblais : seuils d'admissibilité en ISDI.

### 7.3.2 SYNTHESE DES RESULTATS

Le tableau de synthèse des résultats d'analyses sur les sols est présenté ci-après.

---

<sup>15</sup> Institut National de Recherche Agronomique

Sondage		Fond géochimique de la région de Saint Etienne (moyenn e)	Gammes de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires"	Gammes de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées	Gammes de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles	AM du 12 décembre 2014 (ISDI)	F1			F2	F3	F4	F5		F6	F7		F8		F9	F10	F11		
Profondeur							0,2-1 m	1-2 m	2-3 m	0,2-1 m	0,2-1 m	0,2-1 m	0,15-1 m	1-1,3 m	0,1-0,7 m	0,1-0,5 m	1-1,2 m	0,15-1 m	1-1,2 m	0,15-1 m	0,15-0,8 m	0,15-1 m		
Localisation au droit du site ; Futur aménagement							Nord-ouest du site (Proximité immédiate SP12 - pollution avérée aux COHV) ; Future zone extérieure			Nord-ouest du site (Autour de SP12 - pollution avérée aux COHV) ; Future zone extérieure			Partie centrale du site (Proximité immédiate SP13 - pollution avérée aux COHV) ; Future zone bâtie		Partie centrale du site (Proximité immédiate SP13 - pollution avérée aux COHV) ; Future zone bâtie				Sud-ouest du site ; Future zone bâtie		Nord du site ; Future zone bâtie		Est du site (Proximité P5 - pollution au mercure) ; Future zone extérieure	
Lithologie							Remblais sableux brun	Remblais sableux brun	Remblais sableux brun	Remblais sableux brun	Remblais sableux brun	Remblais sableux brun	Remblais sableux brun	Remblais sableux brun foncé	Remblais sableux brun	Remblais sableux brun foncé	Remblais sableux brun	Remblais sableux brun foncé	TN limons beige	Remblais grisâtres	Remblais sableux brun foncé	Remblais sableux brun à rouges	Remblais sableux brun	Remblais grisâtres
Date de prélèvement							22/11/2019	22/11/2019	22/11/2019	22/11/2019	22/11/2019	22/11/2019	22/11/2019	22/11/2019	22/11/2019	22/11/2019	22/11/2019	22/11/2019	22/11/2019	22/11/2019	22/11/2019	22/11/2019	22/11/2019	22/11/2019
Matière sèche		% massique					86.9	83.5	79.9	85.1	85.1	86.3	88.2	83.6	90.4	87.4	82.4	86.7	76.4	85.2	86.1	88.5		
COT		mg/kg MS				30000	36000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32000	-	30000		
HYDROCARBURES TOTAUX																								
Somme des C5		mg/kg MS					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1,5	<1,5	<1,5		
Somme des C6		mg/kg MS					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1,5	<1,5	<1,5		
Somme des C7		mg/kg MS					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1,5	<1,5	<1,5		
Somme des C8		mg/kg MS					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1,5	<1,5	<1,5		
Somme des C9		mg/kg MS					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1,5	<1,5	<1,5		
Somme des C10		mg/kg MS					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1,5	<1,5	<1,5		
Indice hydrocarbure (C5-C10)		mg/kg MS					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<10,0	<10,0	<10,0		
Hydrocarbures C10-C12		mg/kg MS					<20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<20	<20	<20		
Hydrocarbures C12-C16		mg/kg MS					<20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<20	<20	<20		
Hydrocarbures C16-C21		mg/kg MS					<20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<20	49	<20		
Hydrocarbures C21-C35		mg/kg MS					97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<20	270	180		
Hydrocarbures C35-C40		mg/kg MS					35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<20	130	120		
Indice hydrocarbure C10-C40		mg/kg MS				500	170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	480	340		
METAUX																								
chrome		mg/kg MS	55.7	10 à 90	90 à 150	150 à 3180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	23	25		
nickel		mg/kg MS	25.5	2 à 60	60 à 130	130 à 2076	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	37	23		
cuivre		mg/kg MS	22.4	2 à 20	20 à 62	65 à 160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	71	40		
zinc		mg/kg MS	111.5	10 à 100	100 à 250	250 à 11426	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110	160	130		
arsenic		mg/kg MS	47.7	1 à 25	30 à 60	60 à 284	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	130	43		
cadmium		mg/kg MS	1.2	0,05 à 0,45	0,7 à 2	2 à 46,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,7	<0,8	<0,5		
mercure		mg/kg MS		0,02 à 0,1	0,15 à 2,3		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,6	<0,1		
plomb		mg/kg MS	62.7	9 à 50	60 à 90	100 à 10180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	130	38		
BTEX																								
Benzène		mg/kg MS					<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1		
Toluène		mg/kg MS					<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1		
Ethylbenzène		mg/kg MS					<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1		
o-Xylène		mg/kg MS					<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1		
m-, p-Xylène		mg/kg MS					<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1		
Xylènes		mg/kg MS					<0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,2	<0,2	<0,2		
Somme des BTEX		mg/kg MS				6	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,5	<0,5	<0,5		
Cumène		mg/kg MS					<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1		
m-, p-Ethyltoluène		mg/kg MS					<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1		
Mésitylène		mg/kg MS					<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1		
o-Ethyltoluène		mg/kg MS					<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1		
Pseudocumène		mg/kg MS					<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1		
Somme des CAV		mg/kg MS					-/-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-/-	-/-	-/-		
Hydricarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)																								
naphtalène		mg/kg MS					0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	0.17	0.09		
acénaphthylène		mg/kg MS					<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05		
acénaphthène		mg/kg MS					<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	0.09	0.06		
fluorène		mg/kg MS					0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	0.06	<0,05		
phénanthrène		mg/kg MS					0.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.08	0.52	0.35		
anthracène		mg/kg MS					0.53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	0.09	0.11		
fluoranthène		mg/kg MS					0.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.11	0.48	0.54		
pyrène		mg/kg MS					0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.08	0.37	0.44		
benzo(a)anthracène		mg/kg MS					0.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07	0.28	0.27		
chrysène		mg/kg MS					0.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07	0.3	0.26		
benzo(b)fluoranthène		mg/kg MS					0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12	0.43	0.35		
benzo(k)fluoranthène		mg/kg MS					<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	0.14	0.12		
benzo(a)pyrène		mg/kg MS					0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07	0.23	0.2		
dibenzo(ah)anthracène		mg/kg MS					<0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	<0,07	<0,06		
benzo(ghi)peryène		mg/kg MS					0.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	0.19	0.17		
indéno(1,2,3-cd)pyrène		mg/kg MS					0.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	0.19	0.16		
Somme des HAP		mg/kg MS				50	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	3.5	3.1		
Hydrocarbures Halogénés Volatils (COHV)																								
tétrachloroéthylène		mg/kg MS					-	0.12	0.13	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1.6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0.12	-		
trichloroéthylène		mg/kg MS					-	3.2	2.4	<0,1	<0,1	<0,1	0.12	0.23	4.1	<0,1	0.23	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2.8		
1,1-dichloroéthène		mg/kg MS					-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-		
cis-1,2-dichloroéthène		mg/kg MS					-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-		
trans-1,2-dichloroéthylène		mg/kg MS					-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-		
chlorure de vinyle		mg/kg MS					-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-		
1,1,1-trichloroéthane		mg/kg MS					-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-		
1,1-dichloroéthane		mg/kg MS					-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-		
tétrachlorométhane		mg/kg MS					-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-		
chloroforme		mg/kg MS					-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1								



### 7.3.3 INTERPRETATION

Sur la base des résultats d'analyses, l'état des sols du site peut être décrit comme suit :

❖ Circonscription des sources de pollution identifiées :

○ En SP12 :

Pour rappel, les teneurs en COHV observées lors de la première phase d'investigation en SP12 étaient de 5,8 mg/kg entre 0 et -1m et d'environ 12mg/kg entre -1 et -2m.

Les analyses réalisées en décembre 2019 mettent en évidence les commentaires suivants :

- Absence d'anomalie de concentration en COHV en F2 (nord-est), F3 (sud) et F4 (nord-ouest) ; les teneurs étant inférieures ou proches des LQ du laboratoire ;
- **Présence de COHV en F1** (au plus proche du sondage SP12) en des teneurs comprises entre 2,5 à 3,4 mg/kg entre -1 et -3 m (teneurs plus faibles en profondeur), permettant d'observer une nette diminution de la concentration en COHV au droit de cette zone. Les concentrations diminuant avec la profondeur, il peut être supposé que les terrains sous-jacents à -3 m de profondeur ne présenteront pas d'anomalie significative.

Cette source de pollution est donc délimitée au nord-ouest par F4, au nord-est par F2, et au sud par F3 ; et comprise entre 0 et -3 m de profondeur sur la base des données disponibles à ce jour.

○ En SP13 :

Pour rappel, les teneurs en COHV observées lors de la première phase d'investigation en SP13 étaient de 10,6 mg/kg entre 0 et -1m et d'environ 5,1 mg/kg entre -1 et -2m.

Les analyses réalisées en décembre 2019 mettent en évidence les commentaires suivants :

- Absence d'anomalie de concentration en COHV en F6 (ouest), F7 (nord) et F8 (est), les teneurs étant inférieures ou proches des LQ du laboratoire ;
- **Présence de COHV en des teneurs significatives en F5** (5,6 mg/kg entre -1 et -1,3m) du même ordre de grandeur que les analyses effectuées lors de la première phase d'investigation.

A noter que la prise d'échantillon au-delà de -1,3 m n'a pas pu être réalisée compte-tenu de la présence d'eau remontant dans la fouille.

Cette source de pollution est donc délimitée au nord par F7, à l'ouest par F6, et à l'est par F8 ; son étendue verticale n'a pas été fiabilisée.

❖ Caractérisation sur le reste du tènement :

Les résultats d'analyses mettent en évidence les éléments suivants :

- Absence d'anomalie en métaux lourds au droit des sondages réalisés, ces composés étant présents en teneurs comprises dans les gammes de valeurs<sup>16</sup> couramment observées dans les sols « ordinaires », ou observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées, à l'exception du **cuivre** (teneur égale 71mg/kg en F10), du **plomb** (teneurs égale à 130 mg/kg en F10) et de **l'arsenic** (teneurs comprises entre 75 et 130

---

<sup>16</sup> Gamme de valeurs de l'ASPITET

mg/kg en F9 et F10) observés en de plus fortes teneurs, ces dernières étant supérieures au fond géochimique de la région<sup>17</sup> ;

- Présence d'une anomalie modérée en COHV en F10, entre -0,15 et -0,8 m (teneur de 2,9 mg/kg) ; les terrains sous-jacents n'ayant pas été analysés ;
- Absence d'anomalie en BTEX (teneurs inférieures ou proches des LQ du laboratoire) ;
- Présence en des teneurs peu significatives :
  - de HAP, teneurs comprises entre 0,6 et 3,5 mg/kg (à titre d'information, teneurs très inférieures au seuil ISDI) ;
  - de HCT C10-C10, teneurs comprises entre 32 et 480 mg/kg, restant inférieures au seuil ISDI ;
  - de PCB, teneurs égale à 0,023 mg/kg (à titre d'information, très inférieures au seuil ISDI).

❖ Caractérisation des futurs déblais éventuels :

Les caractérisations effectuées sur les sols du site ont mis en évidence le **caractère non inerte** des terrains en présence, puisque les trois échantillons analysés montrent des dépassements des seuils d'admissibilité en ISDI.

Les dépassements concernent les paramètres suivants :

- Arsenic, antimoine et sulfates sur éluât : en F1 (0,2-1 m) ;
- Fluorures sur éluât : en F9 (0,15-1 m) ;
- Sulfates et Fraction soluble sur éluât : en F10 (0,15-1 m).

En première approche, il apparaît que les terrains superficiels analysés (0-1 m) au droit du site ne sont pas compatibles avec une évacuation vers une filière ISDI. Aussi, il conviendra de procéder à la gestion différenciée de ces terres, ainsi qu'à l'évacuation vers une filière adaptée agréée.

---

<sup>17</sup> Guide "Valorisation de l'inventaire géochimique du département de la Loire »



## 8. INVESTIGATIONS SUR LES GAZ DU SOL (2019)

L'objectif de ces investigations est de caractériser le dégazage effectif des polluants volatils depuis les milieux « sol » vers le milieu « gaz du sol » et ainsi apprécier au mieux les risques sanitaires pour les futurs usagers.

Ces dernières ont été menées au plus proche du sondage SP12 (impact en COHV), au nord-ouest du site et dans le secteur du sondage P7 (présentant notamment une teneur en mercure<sup>18</sup>), au sud-est du site en vue de disposer d'un premier niveau d'information.

### 8.1 DESCRIPTION DES INVESTIGATIONS REALISEES

Deux chambres à flux (nommées CAF1 et CAF2) ont été installées respectivement au droit de SP12 et P7.

La méthode de prélèvement par chambre à flux permet l'analyse de gaz du sol à l'interface sol/atmosphère.

Les prélèvements ont été réalisés le 23 novembre 2019 par Solène PERRIER d'EODD ingénieurs conseils. La méthodologie mise en œuvre s'inspire du guide pratique<sup>19</sup> du BRGM/INERIS.

La chambre à flux a été posée, puis ancrée sur 2 à 3 cm dans le sol pour empêcher toute interférence avec l'air ambiant extérieur.

A noter que l'enrobé surfacique recouvrant l'ensemble du site a été retiré localement avant la pose des chambres à flux.

La chambre à flux, d'une capacité de 10 litres, est constituée d'un matériau inerte et non adsorbant (verre) et comporte des prises d'échantillonnage permettant de relier le système d'échantillonnage à la chambre à flux. En l'absence d'étanchéité de surface, une bâche étanche et lestée a été mise en place autour de la chambre à flux sur une surface d'environ 25 m<sup>2</sup> (forme carrée de 5m x 5m).

Les observations de terrain ont mis en évidence :

- l'absence de signal PID dans la chambre à flux ;
- les conditions météorologiques suivantes, mesurées le jour des prélèvements :
  - une température moyenne de 9 °C : conditions relativement neutres sur le dégazage de composés volatils ;
  - une pression atmosphérique moyenne de 1011 hPa (< 1013 hPa) : conditions dépressionnaires favorisant le dégazage de composés volatils ;
  - un taux d'humidité élevé d'environ 85 % : taux d'humidité entraînant un risque modéré d'interférence de l'humidité sur l'adsorption de composés volatils sur les supports de prélèvement (charbon actif et hopkalite).

Un échantillonnage actif sur supports de charbon actif et hopkalite (en CAF2 uniquement) par pompage bas débit (0,25 à 0,4 l/min, pendant 6 heures) a été réalisé (méthode sans accumulation avec recirculation et adsorption en continu sur support de prélèvement). Pour chaque type de support, deux supports actifs ont été positionnés en série, en cas de saturation du premier support.

---

<sup>18</sup> Potentiellement volatil

<sup>19</sup> Guide pratique pour la caractérisation des gaz du sol et de l'air intérieur en lien avec une pollution des sols et/ou des eaux souterraines – 25/11/2016

Les fiches de prélèvements sont présentées en Annexe 9. Les photographies ci-dessous présentent les opérations de prélèvements réalisées.



Figure 14 : Photographies des prélèvements d'air par chambres à flux

Les débits de pompage ont été étalonnés avant utilisation par le prestataire de location de pompe en fonction du type de support utilisés et de la ligne de prélèvements.

Les substances analysées sont l'ensemble des composés volatils potentiellement présents dans le sous-sol (sols et eaux souterraines) du site : COHV, hydrocarbures volatils (fractions C5-C16 uniquement, les fractions carbonées n'étant plus considérées comme volatiles au-delà), BTEX, naphtalène (composé volatil de la famille des HAP) et le mercure volatil (en CAF 2).

Le détail des mesures de gaz est synthétisé dans le tableau ci-après :

Piézairs	Localisation	Analyse en laboratoire	Débit de pompage (l/min)	Durée de pompage (min)	Volume de gaz pompé (litre)
CAF1	Au plus proche de SP12 (nord-ouest du site)	Hydrocarbures C5-C16, CAV, naphtalène COHV	0.2545	360	91.6
CAF2	Au droit de P7 (sud-est du site)	Hydrocarbures C5-C16, CAV, naphtalène COHV	0.2545	360	91.6
		Mercure	0,405	360	145.8

Tableau 7 : Détails des mesures de gaz du sol

Les fiches de prélèvement des gaz du sol sont rassemblées en Annexe 9. Au cours du prélèvement, des interruptions ponctuelles des pompes sont suspectées<sup>20</sup>. Aussi, les paramètres retenus (volume d'air pompé) sont les plus sécuritaires (volume le plus faible).

Les échantillons de gaz du sol prélevés ont été conditionnés stockés à basses températures (< 5°C) et à l'abri de la lumière dans des boîtes isothermes, puis transportés au laboratoire dans les plus brefs délais (24h) par la navette du laboratoire.

Les analyses ont été sous-traitées au laboratoire SYNLAB, accrédité COFRAC.

## 8.2 RESULTATS ANALYTIQUES

Les bordereaux des résultats d'analyses sur les gaz du sol sont rassemblés en Annexe 10.

### 8.2.1 VALEURS DE REFERENCE

Aucune valeur réglementaire ou valeur guide n'existe pour le milieu « gaz du sol ».

A titre indicatif et de manière sécuritaire, nous avons utilisé les valeurs de référence qui existent pour le milieu « air », à savoir :

- les **intervalles de gestion** (R1<sup>21</sup>, R2<sup>22</sup> et R3) proposés par le BRGM dans le guide intitulé « Gestion des résultats de diagnostics réalisés dans les lieux accueillant enfants et adolescents » construits au droit ou à proximité de sites BASIAS<sup>23</sup> (guide paru en 2011), complété par la note de l'INERIS<sup>24</sup> sur le « choix des valeurs permettant la construction des seuils R1, R2 et R3 » (note publiée en mars 2017) ;
- les données issues de référentiels de qualité de l'**OQAI**<sup>25</sup> **air intérieur** (95<sup>ème</sup> percentile), disponibles pour le n-décane, le n-undécane, le tétrachloroéthylène, le trichloroéthylène, le benzène, l'éthylbenzène et le toluène.

Le détail des bornes R1, R2 et R3 considérées pour chaque substance est présenté dans le tableau en Annexe 11.

Des modalités de contrôle qualité interne à EODD ingénieurs conseils permettent de vérifier l'absence de contaminations croisées des supports de prélèvement vierges, lors du protocole de prélèvement et lors des conditions de transport utilisés pour cette étude.

### 8.2.2 SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau de synthèse des résultats d'analyses sur les gaz du sol est présenté ci-après.

---

<sup>20</sup> Différences constatées entre la durée de pompage ainsi que le volume de gaz pompé mesurés par la pompe et ces mêmes paramètres calculés par l'opérateur

<sup>21</sup> Valeur basse de l'intervalle

<sup>22</sup> Valeur haute de l'intervalle

<sup>23</sup> Base de données relative à l'inventaire des anciens sites industriels et activités de service

<sup>24</sup> Réf : INERIS – DRC – 16 – 158807 – 00709A

<sup>25</sup> Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

Description échantillon	Valeurs de référence (µg/m3)				CAF1	CAF2
Débit de pompage (l/min)	R1	R2	OMS	OQAI	0.2545	0.2545
Temps de pompage (min)					300	300
Volume (m3)					0.07635	0.07635
RESULTATS					en µg/m3	en µg/m3
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS						
benzène	2	10	1.7	7.2	8.51	17.03
toluène	20 000	21 000	260	82.9	8.64	11.39
éthylbenzène	1500	15 000	-	15	3.27	2.88
orthoxyène	-	-	-	14.6	5.24	3.67
para- et métaxyène	-	-	-	39.7	11.13	7.60
xylènes	200	2000	-	-	16.37	11.26
Cumène	-	-	-	-	< 2.62	< 2.62
m-, p-Ethyltoluène	-	-	-	-	< 4.58	< 2.62
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	-	-	-	-	5.11	< 2.62
o-Ethyltoluène	-	-	-	-	< 2.62	< 2.62
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	-	-	-	-	4.58	< 2.62
naphtalène	10	50	10	-	< 2.62	< 2.62
Somme des CAV	-	-	-	-	-/-	-/-
COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS						
1,1-dichloroéthène	-	-	-	-	< 2.62	< 2.62
cis-1,2-dichloroéthène	60	600	-	-	< 2.62	< 2.62
trans-1,2-dichloroéthylène	-	-	-	-	< 2.62	< 2.62
dichlorométhane	10	100	3000	-	< 2.62	< 2.62
1,1-dichloroéthane	-	-	-	-	< 2.62	< 2.62
tétrachloroéthylène	250	1250	250	7.3	6.55	30.12
tétrachlorométhane	0.24	2.4	-	-	< 2.62	< 2.62
1,1,1-trichloroéthane	1000	5500	-	-	< 2.62	< 2.62
trichloroéthylène	2	10	23	7.3	6.68	7.99
chloroforme (Trichlorométhane)	63	150	-	-	< 2.62	< 2.62
chlorure de vinyle	2.6	26	-	-	< 2.62	< 2.62
Somme des COHV	-	-	-	-	13.10	37.98
HYDROCARBURES TOTAUX						
fraction aromat, >C6-C7	-	-	-	-	< 13.10	17.03
fraction aromat, >C7-C8	-	-	-	-	< 13.10	< 13.10
fraction aromat, >C8-C9	200	2000	-	-	19.65	14.41
fraction aromat, >C9-C10	200	2000	-	-	17.03	< 13.10
fraction aromat, >C10-C11	200	2000	-	-	< 13.10	< 13.10
fraction aromat, >C11-C12	200	2000	-	-	< 13.10	< 13.10
fraction aromat, >C12-C13	200	2000	-	-	< 13.10	< 13.10
fraction aromat, >C13-C14	200	2000	-	-	< 13.10	< 13.10
fraction aromat, >C14-C15	200	2000	-	-	< 13.10	< 13.10
fraction aromat, >C15-C16	200	2000	-	-	< 13.10	< 13.10
C16	-	-	-	-	< 65.49	< 65.49
fraction aliphat, >C5-C6	18 400	184 000	-	-	< 65.49	< 65.49
fraction aliphat, >C6-C7	18 400	184 000	-	-	< 65.49	< 65.49
fraction aliphat, >C7-C8	18 400	184 000	-	-	< 65.49	< 65.49
fraction aliphat, >C8-C9	1000	10000	-	-	340.54	< 65.49
fraction aliphat, >C9-C10	1000	10000	-	-	86.44	< 65.49
fraction aliphat, >C10-C11	1000	10000	-	-	183.37	< 65.49
fraction aliphat, >C11-C12	1000	10000	-	-	89.06	< 65.49
fraction aliphat, >C12-C13	1000	10000	-	-	< 65.49	< 65.49
fraction aliphat, >C13-C14	1000	10000	-	-	< 65.49	< 65.49
fraction aliphat, >C14-C15	1000	10000	-	-	< 65.49	< 65.49
fraction aliphat, >C15-C16	1000	10000	-	-	< 65.49	< 65.49
Indice Hydrocarbures Aliphatiques C5-C16	-	-	-	-	707.27	< 327.44
Mercure low LOQ						
Mercure low LOQ	0.03	0.2	-	-	-	< 0.041

Légende :

gras

&lt;

Teneur supérieure à la limite de quantification du laboratoire

Teneur inférieure à la limite de quantification du laboratoire

Valeur supérieure à la borne H1

Valeur supérieure à la borne H2

Valeur supérieure à l'OQAI

Tableau 8 : Synthèse des résultats analytiques sur les gaz du sol

### 8.2.3 INTERPRETATION

Les résultats d'analyses mettent en évidence :

- **La présence de CAV** (dont BTEX pour majorité) en de fortes concentrations sur les deux chambres à flux :
  - En CAF1, la somme des CAV est de 62,87  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . A titre indicatif :
    - La teneur en benzène (8,51  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dépasse la borne R1 (2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ;
    - Les autres BTEX, le pseudocumène et le mésitylène sont détectés en des teneurs inférieures aux valeurs de références (lorsqu'elles existent).
  - En CAF2, la somme des CAV est de 65,09  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . A titre indicatif :
    - La teneur en benzène (17,03  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dépasse la borne R2 (10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ;
    - Les autres BTEX sont détectés en des valeurs inférieures aux valeurs de référence.
- **La présence d'hydrocarbures volatils (C5-C16)**, sous forme de fractions aromatiques en CAF2 et sous forme de fractions aliphatiques et aromatiques en CAF1 en des teneurs inférieures aux valeurs de référence ; Les teneurs sont plus importantes en CAF1 (somme de l'ordre de 700  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) qu'en CAF2 (teneurs non significatives).
- **La présence de COHV** en de fortes concentrations sur les deux chambres à flux :
  - Présence de **trichloroéthylène**, teneurs de l'ordre de 6,7 et 8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et supérieures aux bornes R1 (2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ;
  - Présence de **tétrachloroéthylène**, teneurs de 6,55  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en CAF1 (inférieure aux valeurs de référence) et à 30,12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en CAF2 (teneur supérieure aux valeurs de l'OQAI) ;
  - Absence de détection pour les autres COHV.  
A noter que les LQ du chlorure de vinyle (égales à 2,62  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sont supérieures aux valeurs de la borne R1 (2,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ainsi que du tétrachlorométhane (LQ égales à 2,62  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) supérieure aux valeurs des bornes R1 (0,24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et R2 (2,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
- L'absence de naphthalène (teneurs inférieures aux limites de quantification du laboratoire (et à la borne R1) au droit des deux chambres à flux.
- L'absence de mercure, les teneurs étant inférieures aux limites de quantification du laboratoire (0,041  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) mais supérieures à la borne R1 (0,03  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

En synthèse, le vecteur de transfert « air » est avéré au droit du site (sur les 2 points de mesure), pour les CAV, les COHV (notamment le trichloroéthylène et le tétrachloroéthylène) et en moindre mesure pour les hydrocarbures volatils.



## 9. PROJET D'AMENAGEMENT

Le projet prévoit la construction d'une patinoire ainsi que d'une piste ludique, en intérieur, l'étude de faisabilité étant est en cours. A noter que des espaces extérieurs seront aménagés autour du bâtiment de la patinoire.

Le plan de masse et d'organisation spatiale du site communiqués à ce jour sont présentés ci-après.

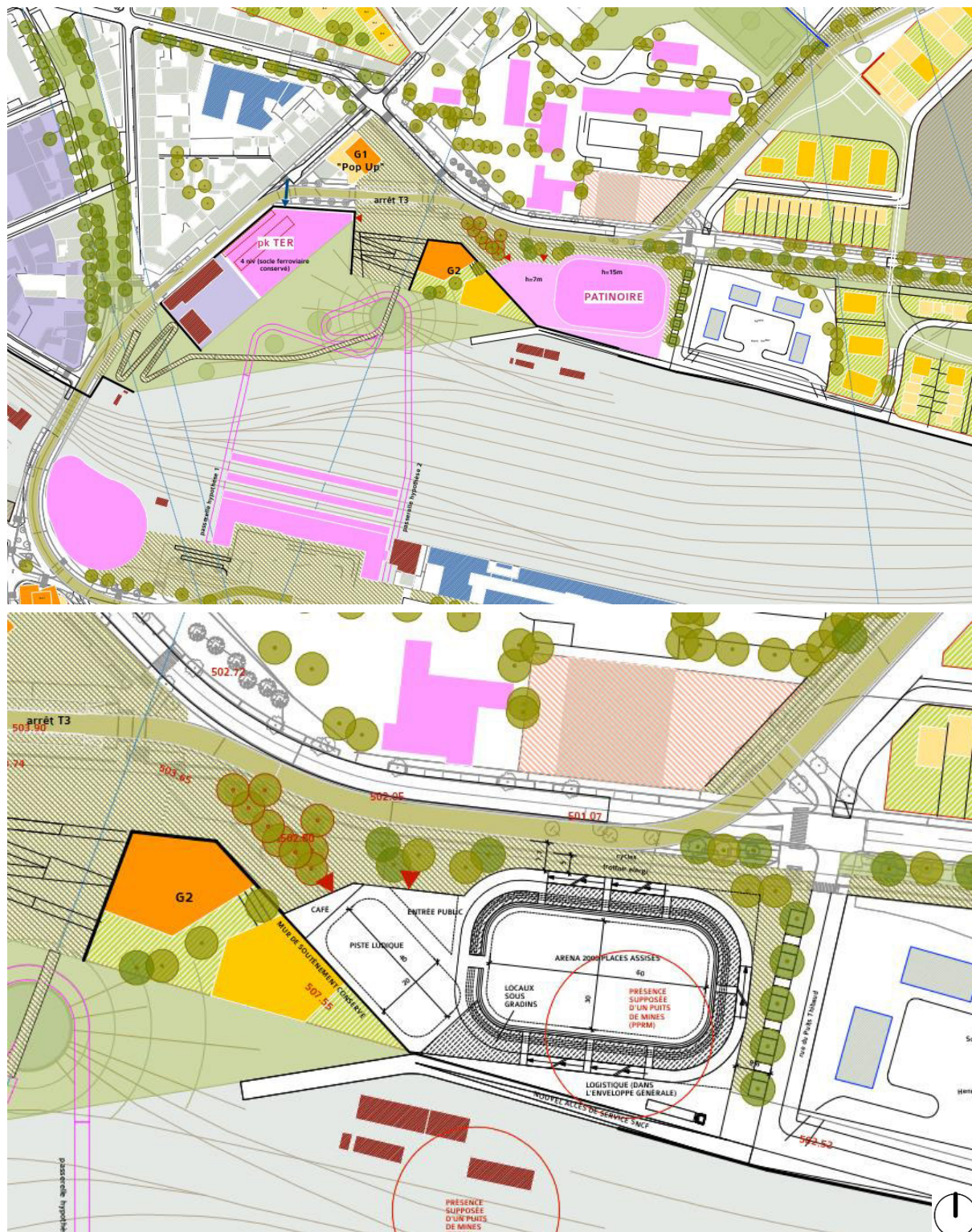


Figure 15 : Plan de masse et organisation spatiale projetée du site (source : EPASE, 26/03/2019)

## 10. PLAN DE GESTION PRELIMINAIRE

### 10.1 PREAMUBLE

Le plan de gestion présenté ci-après expose dans le cadre d'une première approche les points de pollution concentrée et les mesures de gestion associées, sur la base des données disponibles à ce jour, qu'il conviendra de compléter lorsque le projet sera défini plus précisément.

### 10.2 PRINCIPE DE GESTION DE LA POLLUTION

En cohérence avec les recommandations de la circulaire du 8 février 2007 et compte-tenu des impacts identifiés à l'issue des investigations, il apparaît nécessaire de mettre en place des mesures permettant :

- **De maîtriser les sources de pollution** : avant tout considération sanitaire, il convient de procéder au traitement des zones sources repérées sur le site d'étude, sous réserve d'une faisabilité technico-économique. Dans le cas contraire, il s'agira de garantir que les impacts des émissions provenant des sources résiduelles (ou exposition résiduelles) sont acceptables.
- **De maîtriser les impacts environnementaux résiduels** (par exemple, migration hors site *via* la nappe).
- **De maîtriser les impacts sanitaires.**

### 10.3 RESERVES ET HYPOTHESES APPLIQUEES DANS LE PLAN DE GESTION

L'estimation des volumes des sources de pollution présentée ci-après est basée sur les éléments suivants :

- Etat des milieux sur la base des données disponibles<sup>26</sup> ; A noter que des incertitudes demeurent quant à l'extension exacte des sources de pollution concentrée identifiées. Les volumes correspondants sont donc des estimations en première approche<sup>27</sup>.
- Choix des filières et applicabilité au site déterminée sur la base de retours d'expérience récents et locaux d'EODD et des données analytiques disponibles. Toutefois, l'acceptation des terres dans un centre de stockage/valorisation devra faire au préalable l'objet d'un accord de l'exploitant du centre. A ce titre et au regard des critères d'acceptation spécifique de chaque filière, la recherche de paramètres complémentaires pourra éventuellement s'avérer nécessaire pour sécurisation de la filière.
- Estimations des coûts sur la base des hypothèses suivantes :
  - Densité moyenne des sols de 1,8 t/m<sup>3</sup> ;
  - Coûts moyens définis sur la base de ratios et coûts marchés : ils constituent une première approche économique permettant d'éclairer la réflexion et sont assimilables à un niveau de détail de type « esquisse » : coûts unitaires d'élimination (transport et traitement-élimination des terres polluées uniquement) considérés<sup>28</sup> :

---

<sup>26</sup> Rapports SOCOTEC précédemment mentionnés. A noter que l'on ne peut prétendre à un niveau d'information plus important que les moyens mis en œuvre ne le permettent. Les investigations de terrain étant la plupart du temps ponctuelles dans l'espace, les résultats obtenus et calculs volumétriques subséquents sont donnés sous réserve d'une variabilité ou hétérogénéité qui peut, comme souvent dans le milieu souterrain, être relativement importante

<sup>27</sup> A noter que le plan de gestion et l'ARR adossée se basent sur une seule campagne de prélèvement des gaz du sol (selon les règles de l'art, il est recommandé de mener deux campagnes à des périodes différentes)

<sup>28</sup> Il ne s'agit en aucun cas d'un devis, EODD Ingénieurs Conseils ne pourra être tenu pour responsable en cas de différences avec les coûts réels



- ISDI : ~ 15 € HT/t ;
- Filière de type biocentre ou ISDND : 75 € HT/t (y compris TGAP 2019<sup>29</sup>).

A noter que les coûts indirects (par exemple : tri à l'avancement, gestion des déchets anthropiques, etc...) peuvent peser de manière non négligeable sur le chiffrage de gestion de la pollution. Il est également rappelé que ces estimations sont intimement liées aux volumes de matériaux impactés qui restent indicatifs.

## 10.4 MESURES DE MAITRISE DES SOURCES

### 10.4.1 POINTS DE POLLUTION CONCENTREE (PPC)

#### 10.4.1.1 ELEMENTS DE DEFINITION

La méthodologie nationale précise que « lorsque des pollutions concentrées sont identifiées (flottants sur les eaux souterraines, terres imprégnées de produits, produits purs ...), la priorité consiste d'abord à extraire ces pollutions avant d'engager des études visant à justifier leur maintien ».

Autrement dit, il doit être envisagé en première approche l'élimination des zones de pollution concentrée indépendamment de toute réflexion de type « risque sanitaire ».

Néanmoins, aucune limite/seuil n'étant défini dans la méthodologie permettant de qualifier de « concentrée » une pollution, certaines situations nécessitent néanmoins au titre du « bon sens » une action de dépollution (flottant, terre imprégnée pure, volume extrêmement réduit...).

Sur la base du retour d'expérience d'EODD, seront considérées « concentrées » les pollutions qui :

1. présentent des niveaux de concentrations significativement plus élevés que par ailleurs (distribution statistique des concentrations) et / ou ;
2. peuvent être remobilisées dans l'environnement (par volatilisation / lixiviation) et / ou ;
3. sont particulièrement toxiques.

#### 10.4.1.2 DEFINITION DES PPC RETENUS

Dans le contexte du site, il est proposé retenir au titre des PPC les sols contaminés aux **COHV** (composés organohalogénés volatils) retrouvés en des teneurs significatives dans les sols et dans les gaz du sol.

Les autres composés n'ont pas été retenus en raison de moindres teneurs dans les sols, de la possibilité de les gérer selon des mesures simples de gestion (ex : métaux, par recouvrement). ou du fait de leur présence dans les gaz du sol uniquement (BTEX), impliquant la nécessité d'investigations complémentaires.

Afin de mettre en évidence les tendances et les valeurs extrêmes, une étude statistique a été réalisée sur les familles de composés retenues. L'ensemble des données analytiques disponibles (y compris données issues des études antérieures) a été valorisée dans l'étude statistique.

En complément, une analyse de la répartition spatiale des teneurs a été effectuée.

- COHV (notamment trichloréthylène)

---

<sup>29</sup> Taxe Générale sur les Activités Polluantes : coûts définis par le ministère de l'intérieur : <http://www.douane.gouv.fr/Portals/0/fichiers/professionnel/fiscalite/tgap/tgap-tableau-des-taux-2019.pdf>

L'analyse de la distribution des COHV, notamment des teneurs en trichloréthylène, composé de la famille des COHV mis en évidence en des teneurs significatives, est présentée ci-dessous.

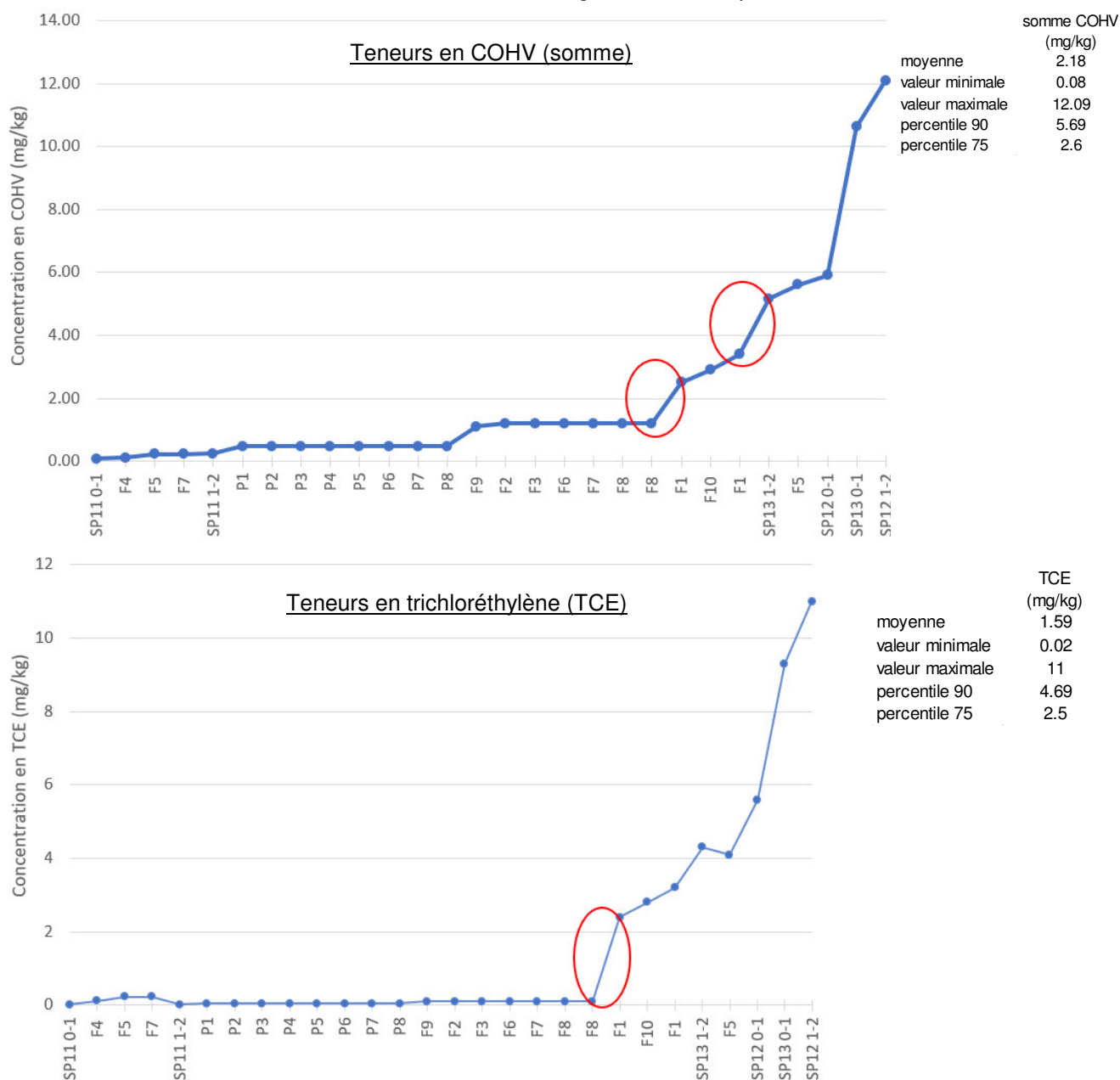


Figure 16 : Répartition des COHV dans les sols

Le graphe ci-dessus montre une première rupture de pente à une concentration d'environ 2 mg/kg (somme des COHV). Une seconde rupture de pente est observée à ~4 mg/kg.

Aussi, il est proposé de retenir le seuil de 2 mg/kg pour la définition des PPC en COHV.

Par ailleurs, la distribution des teneurs en TCE montre une rupture de pente entre 0 et 2 mg/kg, en cohérence avec la distribution des teneurs en COHV totaux (somme).

A noter que ~75 % des teneurs en COHV et TCE sont inférieures à 2,5 mg/kg.

Les teneurs supérieures au seuil de coupure proposé sont observées au droit des sondages F1/SP12 (même zone investiguée) entre 0 et -3 m, F5/SP13 (même zone investiguée) entre 0 et -2 m et F10 entre 0 et -0,8 m.

De plus, les teneurs ressortant à l'issue de l'analyse statistique sont réparties en (cf. figure suivante) :

- F1 et SP12 (même localisation), au nord-ouest du site ;
- F5 et SP13 (même localisation), au centre du site ;
- F10, au nord du site (non circonscrit au regard de la réalisation d'une seule fouille<sup>30</sup>, il est considéré une surface similaire aux deux autres PPC).

---

<sup>30</sup> PPC découvert lors de la campagne d'investigations de décembre 2019, menée en première approche

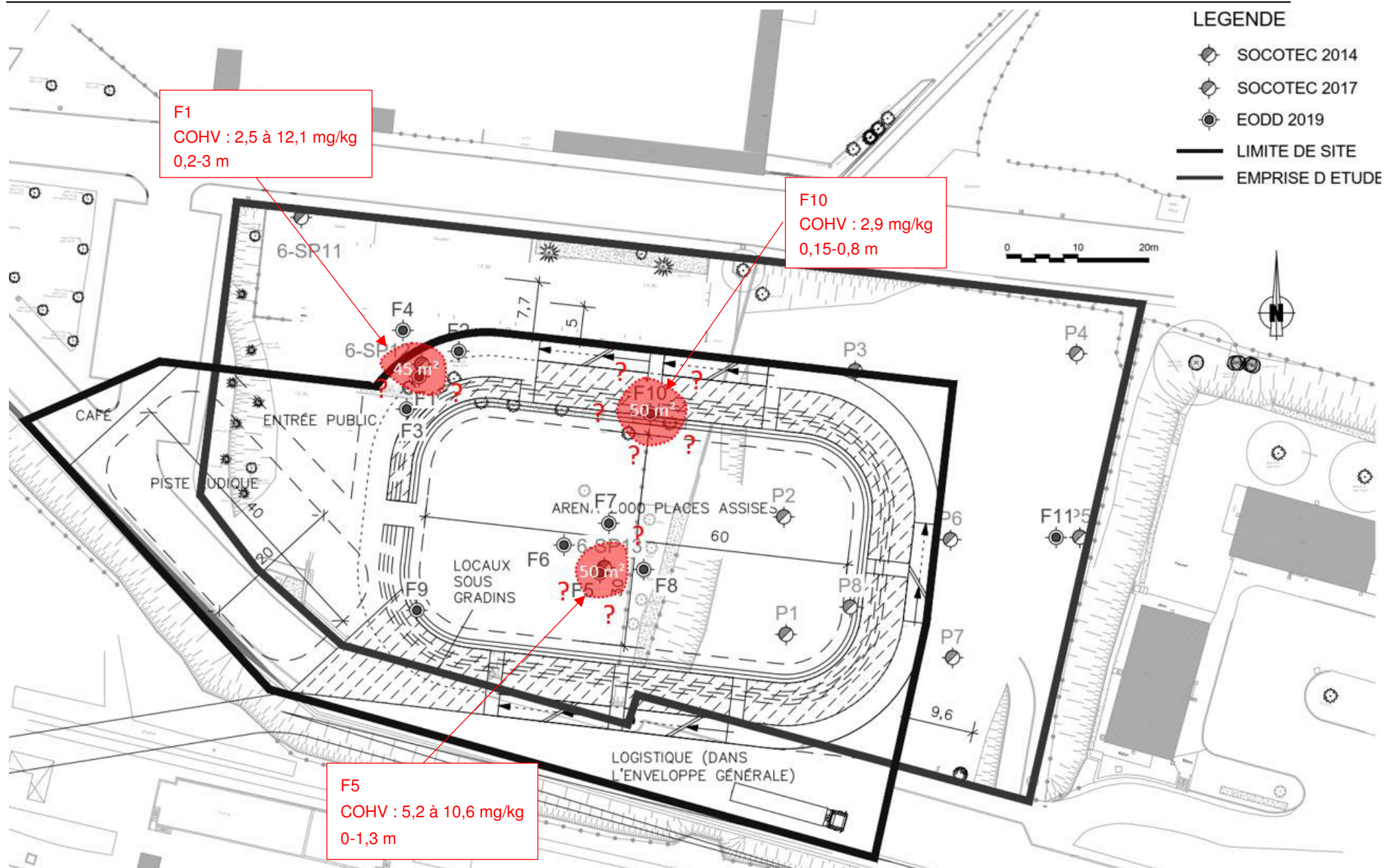


Figure 17 : Localisation des anomalies de concentration en COHV principales

### 10.4.1.3 SYNTHÈSE DES PPC RETENUS

Au regard des conclusions ci-avant, il est donc proposé de retenir en tant que points de pollution concentrée (PPC) les horizons suivants :

- **F1/SP12 : entre 0 et -3 m ;**
- **F5/SP13 : entre 0 et -2 m ;**
- **F10 : entre 0 et -1 m.**

Les volumes estimés des PPC devant faire l'objet de mesures de gestion spécifiques sont présentés dans le tableau suivant :

PPC	Profondeur	Polluant	Teneurs	Surface estimée	Volume estimé
<b>F1/SP12</b>	entre 0 et -3 m	COHV (TCE majoritaire)	2,5 à 12,1 mg/kg	45 m <sup>2</sup>	135 m <sup>3</sup>
<b>F5/SP13</b>	entre 0 et -3 m*		5,2 à 10,6 mg/kg	50 m <sup>2</sup>	100 m <sup>3</sup>
<b>F10</b>	entre 0 et -1 m**		2,9 mg/kg	50 m <sup>2</sup>	50 m <sup>3</sup>

\*Extrapolation entre -2 et -3 m (pas d'analyse effectuée), au regard de la lithologie observée au droit du site (remblais jusque -3 m environ sur l'ensemble du site, terrain naturel schisteux recoupé au-delà)

\*\*Extrapolation en l'absence d'analyse des terrains sous-jacents

*Tableau 9 : Volumes estimés des PPC*

### 10.4.2 BILAN COUTS-AVANTAGES

Les modes de gestion du PPC sont évalués et comparés *via* le bilan coûts-avantages (BCA).

Le choix des technologies retenues doit être déduit de l'analyse critique des différentes technologies disponibles, en fonction d'une part des différents avantages et inconvénients que présentent des technologies et d'autres parts des coûts de leur application : c'est le bilan coûts-avantages.

Dans une première étape, il s'agit de dresser la liste de toutes les technologies disponibles pouvant être appliquées. Cette liste est complétée par l'étude des avantages et des inconvénients de chacune des technologies.

La seconde étape correspond à l'étude technico-économique des solutions techniques qui ont été retenues au cours de la première étape. A l'issue de cette seconde étape est proposée la technologie jugée la meilleure dans le cadre du bilan coûts-avantages.

#### 10.4.2.1 ÉTUDE DES TECHNOLOGIES DISPONIBLES : APPROCHE PRÉLIMINAIRE PAR FAMILLE DE TRAITEMENT

Il est possible de classer l'ensemble des techniques de dépollution des sols selon quatre grandes familles :

- **Les traitements hors site** : ces traitements consistent à extraire puis évacuer les médias pollués vers un centre de traitement ou de stockage adapté (par exemple Installation de Stockage de Déchets, Biocentre, centre de désorption thermique/d'incinération, ...).
- **Les traitements sur site (ou on-site)** : ces traitements permettent d'extraire et de traiter sur le site les médias pollués (par exemple traitement par biopile/biotertre, lavage, landfarming, venting, extraction multiphase, barrière hydraulique...).

- Les **traitements *in situ*** : ces techniques consistent à traiter ou maîtriser les médias en place, elles ne nécessitent pas d'excavation (par exemple traitement par oxydation chimique, biostimulation, désorption thermique *in situ*, BPR, vitrification).
- Les **confinements** : cette technique permet de laisser les zones polluées sur le site en empêchant les expositions ou en stoppant les flux entrants/sortants (par exemple traitement par confinement vertical/horizontal).

Les différents avantages et inconvénients de chacun de ces traitements sont illustrés dans le tableau ci-après.

Méthodes (familles)	Avantages	Inconvénients	Cause du rejet
<b>Traitement hors site</b> (par exemple Installation de Stockage de Déchets, Biocentre, centre de désorption thermique/d'incinération)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les filières de traitement hors site permettent de limiter les risques (externalisation du traitement)</li> <li>Centres agréés dans un périmètre restreint (&lt; 70km)</li> <li>Durée des travaux plutôt rapide</li> <li>L'acceptation de l'administration vis-à-vis de ces techniques est bonne</li> <li>Disparition totale de la pollution ciblée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreinte environnementale importante (émission transport)</li> <li>Cout en général plus élevé</li> <li>Travaux de terrassement à fort potentiel de nuisance pour les riverains</li> <li>Soutènement en limite de site (confortement - étude géotechnique préalable indispensable)</li> <li>Remblaiement de la zone</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retenu</li> </ul>
<b>Traitement sur site</b> (par exemple traitement par biopile/biotertre, lavage, landfarming, venting, extraction multiphase, barrière hydraulique...couplé ou non avec une excavation préalable)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreinte environnementale plutôt faible (selon techniques)</li> <li>Coût plus économique que pour les traitements hors site (de manière générale)</li> <li>Technique adaptée à la nature des polluants rencontrés (polluants volatils)</li> <li>L'acceptation de l'administration vis-à-vis de ces techniques est bonne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durée plus importante des travaux</li> <li>Nécessité d'avoir des installations de traitement à demeure (surface, accessibilité)</li> <li>Nécessite des essais labo et/ou essais pilotes</li> <li>Monitoring en cours de travaux pour évolution des rendements épuratoires</li> <li>Soutènement (confortement) si couplé à une excavation préalable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temporalité du projet inconnue</li> </ul>
<b>Traitement in-situ</b> (par exemple traitement par venting, oxydation chimique, biostimulation, désorption thermique in situ, BPR, vitrification)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coût potentiellement plus économique que les autres types de traitements (hors site et sur site)</li> <li>Technique adaptée à la nature des polluants rencontrés (polluants volatils)</li> <li>L'acceptation de l'administration vis-à-vis de ces techniques est bonne</li> <li>Empreinte environnementale souvent faible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoring en cours de travaux pour évolution des rendements épuratoires</li> <li>Durée potentiellement importante des travaux</li> <li>Nécessite des essais labo et essais pilotes</li> <li>Efficacité intimement liée à l'homogénéité du milieu souterrain</li> </ul>	
<b>Confinement</b> (par exemple traitement par confinement vertical/horizontal)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coûts fréquemment très performants, notamment lorsque les volumes à immobiliser/maitriser sont importants (par exemple cas des pollutions métalliques diffuses des sols de surface)</li> <li>Mise en œuvre des travaux rapide</li> <li>Techniques simples et fiables</li> <li>Empreinte environnementale limitée principalement grâce à la suppression des émissions liées au transport</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maintenance à envisager afin de garantir la pérennité de l'ouvrage (cas des barrières verticales de type coulis)</li> <li>Suivi analytique nécessaire (sur eaux souterraines par exemple) pour prouver l'absence d'impact hors zone polluées</li> <li>Le confinement sur site ne permet pas de s'affranchir de la pollution qui est maintenue en place, et donc de la responsabilité juridique associée</li> <li>Nécessite des essais géotechniques (cas du confinement vertical)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solution non définitive, non retenue dans le contexte du site</li> </ul>

Figure 18 : Familles de traitement



Compte-tenu de l'absence de donnée concernant la temporalité de l'opération, les familles de traitement sur site et *in situ* sont écartées. De plus, le confinement n'est pas retenu car ce dernier ne permet pas de s'affranchir de la pollution.

Aussi, **un traitement hors site des PPC est retenu à ce stade.**

#### 10.4.2.2 ETUDE DES TECHNOLOGIES DISPONIBLES – APPROCHE PAR SOUS-SOLUTION

Sur la base des PPC tels que connus à ce jour, les sous-solutions suivantes sont adaptées aux pollutions en présence.

Technologie	Description du procédé appliqué au site	Avantages	Inconvénients	Coût estimatif (€HT/t transportée)
Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux	Stockage définitif d'une partie des déblais excédentaires en Installation de Stockage de déchet autorisée à proximité du site	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solution éprouvée et acceptée ;</li> <li>Solution en région lyonnaise) ;</li> <li>Adapté aux types de polluants et concentrations en jeu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Absence de valorisation des matériaux, post stockage ;</li> <li>Transport routier four à forte empreinte environnementale (GES).</li> </ul>	75
Biocentre	Traitement par voie biologique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Risques juridiques éliminés à long terme ;</li> <li>Solution en région lyonnaise) ;</li> <li>Valorisation des matériaux, post traitement en comblement de carrière</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Non adapté aux polluants métalliques ;</li> <li>Transport routier mais faible empreinte environnementale du traitement (GES).</li> </ul>	75

Tableau 10 : Sous-solutions envisageables au droit du site

Au regard du tableau ci-dessus, il est proposé de retenir une évacuation en **Biocentre** ou **ISDND**.

#### 10.4.3 MESURES DE GESTION DES SOURCES DE POLLUTION CONCENTREE PROPOSEES

Au terme du bilan coût-avantage présenté ci-avant et considérant :

- l'avancement du projet, au stade de la faisabilité, et en l'absence de données de temporalité du projet,
- la nécessité d'opter pour une solution curative efficiente,
- dans un équilibre économique acceptable,

**la solution d'excavation puis évacuation hors site des PPC, vers une filière de type Biocentre ou ISDND est retenue.**

Le coût estimé de transport-traitement en filière est évalué à 40-45 K€HT<sup>31</sup> (hors terrassement/remblaiement, suivi, MOE).

<sup>31</sup> Sur la base d'une densité des matériaux purgés estimée à 2 t/m<sup>3</sup>

## 10.5 MESURE DE MAÎTRISE DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

A ce jour, les travaux de terrassement du projet ne sont pas définis. Toutefois, afin d'accueillir la structure de la future patinoire, il est vraisemblable que les terrains seront terrassés *a minima* en superficie au droit du site. Aussi, il est considéré que ces derniers permettront de supprimer une partie de la charge polluante au droit du site, et donc d'améliorer sensiblement les impacts environnementaux (limitation des possibilités de migration de la pollution).

Par ailleurs, le projet conduira à une imperméabilisation très forte de la surface du site du projet (surface occupée par le bâtiment de la patinoire), qui limitera les transferts de la pollution en profondeur par percolation.

Enfin, malgré la présence de circulations d'eaux météoritiques dans les terrains du site, aucun aquifère n'est répertorié au droit du site.

Aussi, il n'est pas proposé de mesure de maîtrise des impacts environnementaux.

## 10.6 MESURES DE MAÎTRISE DES IMPACTS SANITAIRES

L'évaluation de l'exposition par inhalation de composés volatils en intérieur et en extérieur de la patinoire a démontré que **l'usage futur projeté** (construction d'une patinoire et d'une piste ludique) **est compatible en termes de risques sanitaires avec l'état des milieux résiduels** (post mesures de gestion des PPC).

L'Analyse des Risques Résiduels est présentée dans le chapitre ci-après.

## 11. ANALYSE DES RISQUES SANITAIRES RESIDUELS (ARR)

### 11.1 SCHEMA CONCEPTUEL (ETAT FUTUR, SUR SITE)

L'objet du schéma conceptuel est de représenter de façon synthétique tous les scénarios d'exposition directe ou indirecte pour les futurs usagers du site (futurs usagers de la patinoire). Il identifie les enjeux sanitaires et environnementaux à considérer dans la gestion du site et traduit le concept « source-vecteur-cible ».

#### 11.1.1 HYPOTHESES RETENUES

Le schéma conceptuel a été établi sur la base des hypothèses suivantes :

- **Mesures de maîtrise des sources de pollution** : F5 (1-1,3) et SP13 (0-1), en tant que PPC, feront l'objet d'une gestion spécifique (vis-à-vis des teneurs en tétrachloroéthylène notamment). Ils n'ont donc pas été pris en compte dans cette étude ;
- **Usage futur** : projet de patinoire de plain-pied<sup>32</sup> ;
- **Usages non inclus dans le projet** :
  - implantation d'établissements accueillant des populations sensibles au sens de la circulaire du 8 février 2007 (crèche, école maternelle, primaire, collège / lycée, établissement d'accueil des enfants handicapés) ;
  - réalisation de forages ou puits captant les eaux souterraines, de même que toute utilisation de ces eaux souterraines, à l'aplomb du site ;
  - aménagement de jardins potagers et de plantation d'arbres fruitiers/à baies en pleine terre ;
- **Dispositifs constructifs / aménagements particuliers** :
  - mise en place de canalisations pour l'amenée d'eau potable en matériaux non perméables et non poreux ou installées dans le sous-sol après décaissement préalable des terres polluées en place et avec remblaiement par des matériaux sains ;
  - couverture systématique des sols (dalle béton, enrobé ou apport de terre saine sur une épaisseur de 30 cm compactée couplée à un grillage avertisseur).

#### 11.1.2 LES SOURCES DE POLLUTION

Les investigations réalisées ont permis de caractériser les sources de pollution, à savoir les sols et les gaz du sol du site, impactés par des métaux, CAV, HAP, COHV et hydrocarbures.

La synthèse des résultats d'analyses est disponible aux chapitres 7 et 8 du présent rapport.

#### 11.1.3 LES VECTEURS DE TRANSFERT

Le vecteur de transfert retenu est le vecteur « air » au vu du transfert avéré des polluants volatils des sols vers les gaz du sol.

Les vecteurs de transfert non retenus sont :

- le vecteur par envol de poussières depuis les sols superficiels compte-tenu de l'absence de zones non couvertes par des voiries ou par des terres saines (pas de sol à nu) dans le cadre du projet futur ;

---

<sup>32</sup> comportant des pièces en RDC

- la bioaccumulation des substances polluants dans les végétaux destinés à la consommation humaine, la culture de potagers sur site en pleine terre n'étant pas inclus dans le projet ;
- le transfert par perméation à travers les canalisations d'amenée d'eau potable, les réseaux d'amenée d'eau potable allant être constitués de matériaux non poreux/non perméables aux polluants volatils ou installés soit en aérien dans les sous-sols, soit après décaissement préalable des terrains en place, et avec remblaiement par des matériaux sains ;
- le transfert via les eaux souterraines étant donné que les teneurs dans les sols tendent à diminuer en profondeur<sup>33</sup>. Les investigations ont été menées de façon itérative (aucune mesure sur le milieu eau souterraine n'a été réalisée).

#### 11.1.4 LES VOIES D'EXPOSITION RETENUES

La voie d'exposition retenue est l'inhalation de composés volatils provenant des sols et des gaz du sol en intérieur et en extérieur.

Les voies d'exposition non prises en compte sont :

- L'ingestion de sol et l'inhalation de poussières compte-tenu de l'absence de zones non couvertes par des voiries ou par des terres saines (pas de sol à nu) dans le cadre du projet futur ;
- L'ingestion de végétaux en l'absence de jardin potager et/ou arbre fruitier/à baie en pleine terre sur le site ;
- L'ingestion et l'adsorption d'eau, compte tenu des hypothèses prises en compte (forages ou puits captant les eaux souterraines non inclus dans le projet, réseaux d'amenée d'eau potable en matériaux non poreux/non perméables ou mise en place dans des terrains sains ou en aérien dans les sous-sols).

#### 11.1.5 INVENTAIRE DES CIBLES

Les cibles étudiées sont :

- les adultes employés de la patinoire en intérieur (dans une pièce de 10 m<sup>2</sup> en RDC<sup>34</sup> de plain-pied) et en extérieur (espaces extérieurs devant l'entrée de la patinoire<sup>35</sup>) ;
- les adultes et enfants usagers des espaces extérieurs (espaces extérieurs devant l'entrée de la patinoire).

Les adultes et enfants visiteurs n'ont pas été pris en compte en intérieur de la patinoire étant donné que cette exposition serait beaucoup plus ponctuelle que celle des employés considérés.

Les futurs travailleurs en phase chantier ne sont pas considérés comme cible compte-tenu d'une exposition non chronique (limitée à la durée du chantier) et étant donné qu'ils doivent être équipés de moyens de protection adaptés à l'intervention sur sites pollués (cf. guide de l'INRS relatif à la protection des travailleurs sur les chantiers de réhabilitation des sites pollués).

---

<sup>33</sup> Eaux souterraines présentent entre -4 et -18 mètres

<sup>34</sup> Rez-De-Chaussée

<sup>35</sup> Zone non incluse dans le projet mais dans l'emprise d'étude – approche sécuritaire

## 11.2 SYNTHÈSE DU SCHEMA CONCEPTUEL

Le tableau suivant reprend l'ensemble des hypothèses retenues :

Sources	Situation	Vecteur de transfert	Milieux d'exposition	Voies d'exposition	Cibles
Sols / Gaz du sol	Sur site	Dégazage/volatilisation des sols	Air intérieur (petite pièce en RDC)	Inhalation de composés volatils	Adultes employés
			Air extérieur		Adultes et enfants usagers des espaces extérieurs
			Air extérieur		

Tableau 11 : Caractéristiques du schéma conceptuel

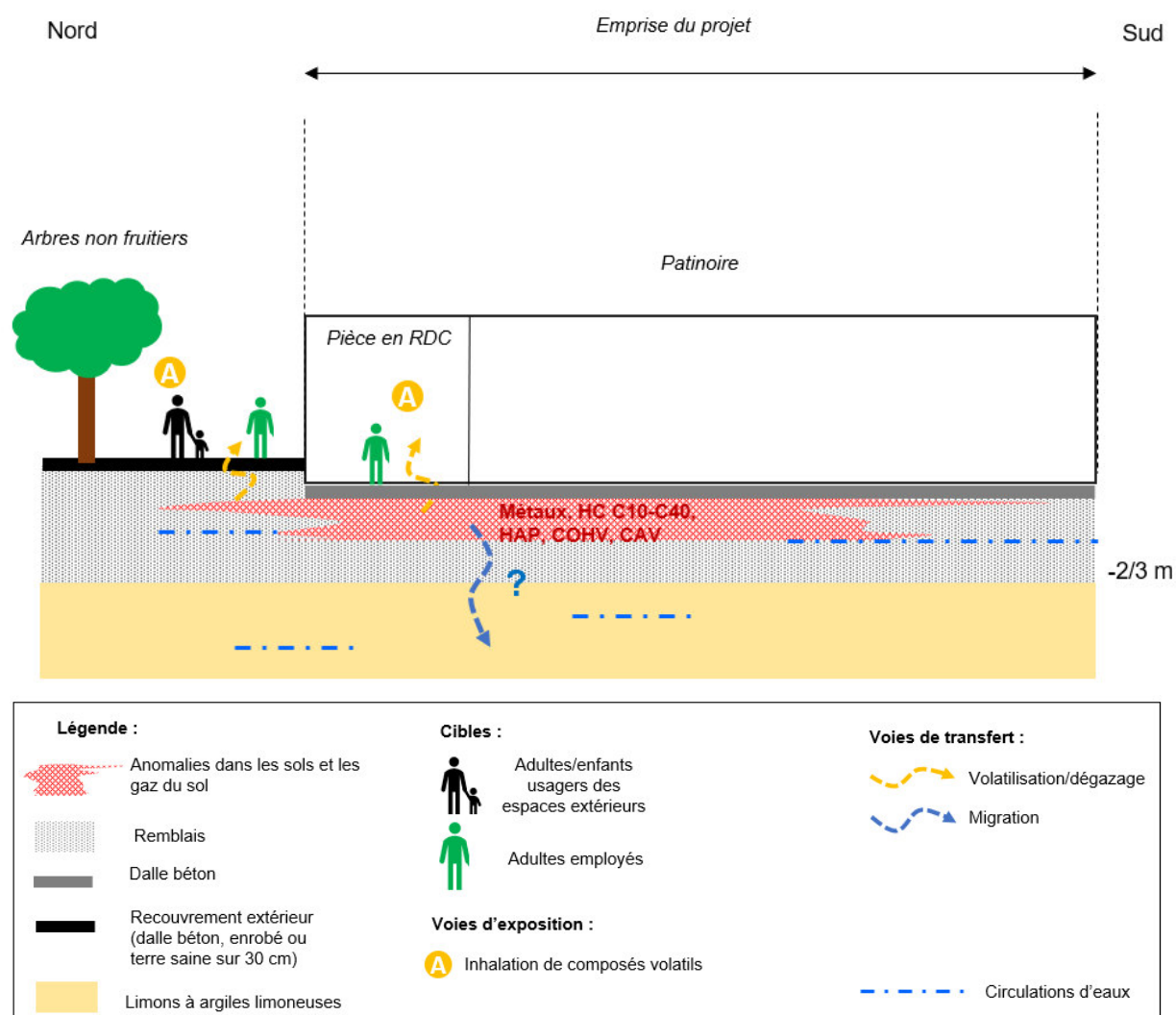


Figure 19 : Schéma conceptuel – Etat futur, sur site

### 11.3 SELECTION DES SUBSTANCES « TRACEURS DU RISQUE » ET CONCENTRATIONS RETENUES – INHALATION D'AIR INTERIEUR ET EXTERIEUR

Les substances « traceurs du risque » ont été sélectionnées parmi les polluants retrouvés lors des différents diagnostics menés sur site.

Les critères principaux de sélection des substances sont :

- La concentration dans les milieux (anomalies de concentration) ;
- La toxicité reconnue des substances ;
- L'existence d'une valeur toxicologique de référence (VTR) ;
- Les possibilités de transferts dans les différents compartiments environnementaux et d'exposition des populations ;

#### 11.3.1 SUBSTANCES RETENUES

Au regard des résultats d'analyses, les substances « traceurs du risques » vis-à-vis de l'inhalation de substances sous forme gazeuse à l'intérieur du futur bâtiment et en extérieur sont les substances volatiles présentes dans les sols et/ou les gaz du sol, soit :

- le mercure ;
- CAV : benzène, toluène, éthylbenzène, m, p-xylène, o-xylène, 1,2,4-triméthylbenzène, 1,3,5-triméthylbenzène ;
- naphtalène,
- tétrachloroéthylène, trichloroéthylène, 1,1,1-trichloroéthane ;
- hydrocarbures aliphatiques >C8-C16 et aromatiques >C6-C7 et >C8-C16.

#### 11.3.2 CONCENTRATIONS RETENUES

Le milieu gaz des sols est considéré comme un milieu intégrateur des pollutions volatiles. Les modélisations à partir des gaz du sol permettent par ailleurs de s'affranchir, vis-à-vis des milieux sol et eau souterraine, d'une première étape de modélisation souvent majorante<sup>36</sup>, visant à établir la concentration dans les gaz du sol à la source, sur la base d'une relation d'équilibre entre les différentes phases du sol.

Dans ce cadre, la prise en considération des résultats des mesures gaz du sol est considérée comme plus réaliste que celle des teneurs sols et eaux souterraines, et intégratrice des contributions respectives en provenance de ces milieux.

Cette approche est conforme à la méthodologie nationale qui préconise l'utilisation de mesures directes au plus près du point d'exposition :

---

<sup>36</sup> Les modélisations de transfert des polluants vers l'air ambiant à partir de données sols conduisent à surestimer des niveaux de risques et à orienter la suite de la démarche vers des mesures de gestion surdimensionnées



Extrait de l'annexe 2 de la note aux préfets du 08/02/2007, reprise dans la Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017 : « *la mesure directe de la qualité des milieux est à privilégier. Ceci vaut en particulier lorsque des polluants susceptibles d'émettre des vapeurs toxiques (pollutions par des hydrocarbures chlorés par exemple) sont en cause. En effet, les modélisations empiriques utilisées pour évaluer de manière prédictive la diffusion des polluants dans les lieux confinés peuvent conduire à estimer les niveaux de pollution des milieux qui ne reflètent pas la réalité, et orienter la suite de la démarche vers des actions de gestion inutiles ou inefficaces* ».

Dans le cadre de la réalisation de cette analyse des risques résiduels, il est à noter que :

- les concentrations maximales mesurées dans les gaz du sol (chambres à flux) ont été retenues considérant ces teneurs comme représentatives de l'état environnemental actuel du site ;
- plusieurs sondages sont situés en dehors de l'emprise du projet. Dans une approche sécuritaire, ils ont tout de même été considérés étant donné qu'ils sont dans l'emprise d'étude ;
- les teneurs moyennes dans les sols en benzène et en mercure sur le site étant inférieures aux teneurs sols présentes à proximité de chambres à flux, elles n'ont pas été retenues dans l'étude (signaux inclus dans les gaz du sol) ;
- en l'absence de détection du mercure, du naphthalène, du 1,1,1-trichloroéthane, des hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 et aromatiques >C10-C16 dans les gaz du sol et par principe de prudence scientifique<sup>37</sup>, les limites de quantification (LQ) obtenues pour ces substances dans les gaz du sol ont été retenues compte-tenu de la présence de ces substances dans les sols. Aussi le risque calculé pour chacune de ces substances doit être considéré comme un risque théorique mais non représentatif ;
- concernant les fractions volatiles d'hydrocarbures >C10-C16, les analyses des hydrocarbures disponibles dans les sols ne permettent pas de définir les proportions de fractions aliphatiques ou aromatiques. Dans ce cadre, les calculs des niveaux de risques ont été réalisés successivement pour chaque fraction, puis l'hypothèse la plus pénalisante a été retenue lors de la somme des QD, en vue du calcul du QD global ;
- des anomalies de concentrations en toluène, m, p-xylène, naphthalène, et 1,1,1-trichloroéthane en des concentrations supérieures à celles relevées dans les sols à proximité des chambres à flux ayant été constatées dans les sols, ces concentrations ont également été retenues (approche conservatrice). Pour ces substances, retenues à la fois dans les sols et les gaz du sol, la teneur modélisée dans l'air ambiant la plus pénalisante a été retenue ;
- les HAP peu volatils (fluorène/acénaphène) détectés dans les sols et n'ayant pas été recherchés dans les gaz du sol, n'ont pas été retenus. Ce point fera cependant l'objet d'une discussion dans le cadre de l'évaluation des incertitudes ;
- en l'absence de VTR définitives pour le cis-1,2-dichloroéthylène et le trans-dichloroéthylène, ces substances n'ont pas été étudiées dans l'ARR. Ce point fera cependant l'objet d'une discussion dans le cadre de l'évaluation des incertitudes.

Les données d'entrées étudiées pour l'exposition en intérieur et en extérieur sont présentées dans le tableau suivant.

---

<sup>37</sup> Cf. guide d'évaluation des Risques sanitaires dans les études d'impact des ICPE – Substances chimiques – INERIS 2013

Substances	Concentrations retenues dans les sols	Source	Concentrations retenues dans les gaz du sol	Source
	mg/kg		mg/m³	
METAUX				
Mercure	-	-	4,12E-05	LQ
CAV				
Benzène	-	-	1,70E-02	CAF2
Toluène	2,50E-01	P2 (0-1)	1,14E-02	CAF2
Ethylbenzène	-	-	3,27E-03	CAF1
m,p-Xylène	1,90E-01	SP13 0-1+P2 (0-1)	1,11E-02	CAF1
o-Xylène	-	-	5,24E-03	CAF1
Xylènes	-	-	1,64E-02	CAF1
1,2,4-Triméthylbenzène (pseudocumène)	-	-	4,58E-03	CAF1
1,3,5-Triméthylbenzène (mésitylène)	-	-	5,11E-03	CAF1
HAP				
Naphtalène	2,40E-01	P1+P2 (0-1)	2,62E-03	LQ
COHV				
Tétrachloroéthylène (PCE)	-	-	3,01E-02	CAF2
Trichloroéthylène (TCE)	-	-	7,99E-03	CAF2
1,1,1-Trichloroéthane	3,00E-02	SP13 0-1+SP13 1-2	2,62E-03	LQ
HCT				
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	-	-	4,27E-01	CAF1
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	-	-	2,72E-01	CAF1
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	-	-	2,62E-01	LQ
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7	-	-	1,70E-02	CAF2
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	-	-	3,67E-02	CAF1
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	-	-	2,62E-02	LQ
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	-	-	5,24E-02	LQ

Tableau 12 : Concentrations retenues pour la modélisation dans l'air ambiant intérieur et en extérieur

## 11.4 VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE

En ce qui concerne les relations dose/effets des substances, deux types de valeurs toxicologiques de référence (VTR) sont distinguées :

- pour les substances à effet à seuil, les effets néfastes apparaissent à partir d'une certaine concentration d'exposition. Les VTR recherchées correspondent à des RfD (« reference dose »)

pour l'ingestion, ou RfC (« reference concentration ») pour l'inhalation, qui représentent des niveaux d'exposition sans risque appréciable d'effets néfastes pour l'homme ;

- pour les substances à effet sans seuil, il n'existe pas de niveau sans risque. Les valeurs d'Excès des Risques Unitaires (ERU) font la relation entre le niveau d'exposition et le risque de développer l'effet cancérigène. Elles sont définies pour la voie orale (ERUo) et/ou pour l'inhalation (ERUi).

Les recommandations de la note d'information 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 ont été prises en compte, notamment « de retenir par défaut les VTR de l'Anses lorsqu'elles sont disponibles ».

Les VTR des substances retenues sont présentées à la page suivante.

Substances	N° CAS	Substance à seuil		Organe cible	Facteur de sécurité		Substance sans seuil		Type de cancer
		Inhalation (mg/m³)	Organisme de référence et date de mise à jour				Inhalation (mg/m³) <sup>-1</sup>	Organe de référence et date de mise à jour	
Exposition chronique							Exposition chronique		
METAUX									
Mercure	7439-97-6	3,00E-05	OEHHA 2008 (choix INERIS 2018)	Système neurologique	300		-	-	-
CAV									
Benzène	71-43-2	1,00E-02	ANSES 2008	Système sanguin	10		2,60E-02	ANSES 2013	Système sanguin
Toluène	108-88-3	1,90E+01	ANSES 2017	Système nerveux	5		-	-	-
Ethylbenzène	100-41-4	1,50E+00	ANSES 2016	Système auditif	75		2,50E-03	OEHHA 2009	Rénal
Xylènes	1330-20-7	2,00E-01	ATSDR 2007 (choix ANSES 2010)	Effets subjectifs neurologiques et respiratoires	-	-	-	-	
1,2,4-Triméthylbenzène (pseudocumène)	95-63-6	6,00E-02	US EPA 2016	Système nerveux, sanguin, respiratoire et développement	300	-	-	-	
1,3,5-Triméthylbenzène (mésitylène)	108-67-8	6,00E-02	US EPA 2016	Système nerveux, sanguin, respiratoire et développement	300	-	-	-	
HAP									
Naphtalène	91-20-3	3,70E-02	ANSES 2013	Système respiratoire	250	5,60E-03	ANSES 2013	Système respiratoire	
COHV									
Tétrachloroéthylène (PCE)	127-18-4	4,00E-01	ANSES 2018	Diminution de la vision des couleurs	30	2,60E-04	ANSES 2018	Adénomes des carcinomes hépatocellulaires	
Trichloroéthylène (TCE)	79-01-6	3,20E+00	ANSES 2018	Effets rénales	75	1,00E-03	ANSES 2018	Carcinome rénal	
1,1,1-Trichloroéthane	71-55-6	1,00E+00	OEHHA 2008 (choix INERIS 2018)	Altérations biochimiques (protéines)	300	-	-	-	
HCT									
Fraction aliphatique >C8-C10	-	1,00E+00	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	Système hépatique	1000	-	-	-	
Fraction aliphatique >C10-C12	-	1,00E+00	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	Système hépatique	1000	-	-	-	
Fraction aliphatique >C12-C16	-	1,00E+00	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	Système hépatique	1000	-	-	-	
Fraction aromatique >C6-C7	-	4,00E-01	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	Poids	1000	-	-	-	
Fraction aromatique >C8-C10	-	2,00E-01	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	Poids	1000	-	-	-	
Fraction aromatique >C10-C12	-	2,00E-01	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	Poids	1000	-	-	-	
Fraction aromatique >C12-C16	-	2,00E-01	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	Poids	1000	-	-	-	

Tableau 13 : Synthèse des VTR inhalation

## 11.5 EVALUATION DES EXPOSITIONS

### 11.5.1 DETERMINATION DES CONCENTRATIONS DANS L'AIR AMBIANT

#### 11.5.1.1 Transfert vers l'air intérieur

L'évaluation de l'exposition aux composés volatils dans le futur bâtiment est effectuée à l'aide du logiciel Modul'ERS, version 1.0.142<sup>38</sup>, produit par l'INERIS dans le cadre des programmes d'appui de l'institut pour le Ministère en charge de l'Environnement. Le modèle de transport des gaz estime les émissions à l'intérieur du bâtiment depuis une source « gaz du sol », « sol » ou « eaux souterraines » située sous celui-ci.

Le modèle de dégazage des sols est basé sur les équations de Johnson et Ettinger<sup>39</sup>. Il combine un modèle de transport par diffusion et convection à travers les sols avec un modèle simple de transport à travers les fondations d'un bâtiment.

Dans le cas présent, nous avons estimé les teneurs en composés volatils à l'intérieur d'une petite pièce de 10 m<sup>2</sup> en RDC dans le bâtiment de la patinoire à partir du dégazage des gaz des sols et des sols.

Les tableaux ci-après synthétisent les paramètres d'entrée du logiciel Modul'ERS pour le scénario de bâtiment considéré.

---

<sup>38</sup> Il s'agit du numéro de version de la plateforme

<sup>39</sup> Heuristic model for predicting the intrusion rate of contaminant vapors into buildings (1991) et du guide de l'utilisateur de l'US EPA de 2004

Paramètre	Unité	Pièce en RDC	Source
		Valeur	
Zone non saturée : « sables »			
Porosité totale	cm³/cm³	0,375	Johnson et Ettinger pour des sables
Teneur en eau	cm³/cm³	0,149	Valeur obtenue à partir de la moyenne des matières sèches obtenues sur site
COT	-	0,0354	Valeur obtenue à partir de la moyenne des COT obtenues sur site
Distance entre la source sols/gaz du sol et la base du bâtiment	m	0,01	Absence de couche de forme sous dalle - sécuritaire
Bâtiment			
Surface	m²	10	Surface considérée par défaut – approche sécuritaire (petite pièce dans le bâtiment de la patinoire)
Hauteur	m	2,5	Hauteur sous plafond standard
Taux de renouvellement de l'air	h <sup>-1</sup>	0,5	Faible taux de ventilation - naturelle
Epaisseur de la dalle	m	0,35	Epaisseur de dalle (entre 35 et 60 cm) – données projet – approche sécuritaire
Profondeur de la surface inférieure de la dalle par rapport à la surface du sol	m	0,35	EODD, valeur par défaut égale à l'épaisseur de la dalle
Largeur de fissures	cm	0,1	Valeur recommandée par Johnson et Ettinger
Dépression entre l'intérieur du bâtiment et le sol	kg.m <sup>-1</sup> .s <sup>-2</sup>	4	Valeur sécuritaire conseillée par le modèle de Johnson et Ettinger
Perméabilité intrinsèque des sols sous dallage	m²	9,92 <sup>e</sup> -12	D'après Johnson et Ettinger pour le type de sol sableux

*Tableau 14 : Synthèse des paramètres d'entrée – dégazage vers l'air intérieur (pièce en RDC)*

Le tableau suivant synthétise pour les composés volatils étudiés, les concentrations d'exposition obtenues dans le bâtiment de patinoire considéré (petite pièce en RDC).



Substances	Concentrations retenues dans les sols (mg/kg)	Concentrations retenues dans les gaz du sol (mg/m <sup>3</sup> )	Concentrations modélisées à partir des sols dans l'air intérieur - pièce en RDC (mg/m <sup>3</sup> )	Concentrations modélisées à partir des gaz du sol dans l'air intérieur - pièce en RDC (mg/m <sup>3</sup> )	Concentrations modélisées retenues dans l'air intérieur - pièce en RDC (mg/m <sup>3</sup> )
<b>METAUX</b>					
Mercuré	-	4,12E-05	-	2,72E-07	2,72E-07
<b>CAV</b>					
Benzène	-	1,70E-02	-	1,25E-04	1,25E-04
Toluène	2,50E-01	1,14E-02	1,42E-01	8,36E-05	1,42E-01
Ethylbenzène	-	3,27E-03	-	2,37E-05	2,37E-05
m,p-Xylène	1,90E-01	1,11E-02	7,70E-02	8,04E-05	-
o-Xylène	-	5,24E-03	-	3,83E-05	-
Xylènes	-	1,64E-02	7,70E-02	1,19E-04	7,70E-02
1,2,4-Triméthylbenzène (pseudocumène)	-	4,58E-03	-	3,28E-05	3,28E-05
1,3,5-Triméthylbenzène (mésitylène)	-	5,11E-03	-	3,66E-05	3,66E-05
<b>HAP</b>					
Naphtalène	2,40E-01	2,62E-03	9,04E-04	1,90E-05	9,04E-04
<b>COHV</b>					
Tétrachloroéthylène (PCE)	-	3,01E-02	-	2,19E-04	2,19E-04
Trichloroéthylène (TCE)	-	7,99E-03	-	5,86E-05	5,86E-05
1,1,1-Trichloroéthane	3,00E-02	2,62E-03	9,81E-02	1,91E-05	9,81E-02
<b>HCT</b>					
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	-	4,27E-01	-	3,15E-03	3,15E-03
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	-	2,72E-01	-	2,01E-03	2,01E-03
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	-	2,62E-01	-	1,94E-03	1,94E-03
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7	-	1,70E-02	-	1,26E-04	1,26E-04
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	-	3,67E-02	-	2,71E-04	2,71E-04
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	-	2,62E-02	-	1,94E-04	1,94E-04
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	-	5,24E-02	-	3,87E-04	3,87E-04

Tableau 15 : Synthèse des concentrations d'exposition obtenues – Dégazage vers l'air intérieur (pièce en RDC)

### 11.5.1.2 Transfert vers l'air extérieur

L'évaluation de l'exposition aux composés volatils en extérieur est effectuée à l'aide du logiciel Modul'ERS, version 1.0.142<sup>40</sup>, produit par l'INERIS dans le cadre des programmes d'appui de l'institut pour le Ministère en charge de l'Environnement.

La concentration dans l'atmosphère extérieure est calculée à partir du calcul du flux d'émission à partir d'une source sol ou d'une source nappe et l'estimation des concentrations dans l'air à hauteur des voies respiratoires des cibles.

La modélisation du dégazage vers l'air extérieur a été réalisée à partir des teneurs dans les gaz du sol et des sols.

Le tableau ci-après synthétise les paramètres d'entrée du logiciel MODUL'ERS spécifiques au cas étudié.

Paramètre	Unité	Valeur	Source
Zone de circulation « boîte »			
Longueur	m	22	Longueur de la zone extérieure devant l'entrée de la patinoire – approche sécuritaire <sup>41</sup>
Hauteur	m	1	Valeur recommandée pour des cibles enfants, sécuritaire pour des adultes
Vitesse du vent	m/s	2	Valeur prise par défaut, faible donc sécuritaire
Caractéristiques des sols en zone non saturée : type « sables »			
Porosité totale	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,375	Johnson et Ettinger pour des sables
Teneur en eau	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,149	Valeur obtenue à partir de la moyenne des matières sèches obtenues sur site
COT	-	0,0354	Valeur obtenue à partir de la moyenne des COT obtenues sur site
Distance entre la source sols/gaz du sol et le terrain naturel	m	0,05	Epaisseur de recouvrement extérieur considéré
Couverture : type « enrobé »			
Epaisseur	cm	5	Epaisseur de recouvrement extérieur considéré – approche sécuritaire
Porosité totale	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,375	Données Johnson et Ettinger pour des sables
Teneur en eau	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,054	

Tableau 16 : Synthèse des paramètres d'entrée – dégazage vers l'air extérieur

Le tableau de la page suivante synthétise les concentrations d'exposition en extérieur obtenues à partir des gaz des sols et des sols pour les composés volatils étudiés.

<sup>40</sup> Il s'agit du numéro de version de la plateforme

<sup>41</sup> Car à priori zones extérieures en dehors de l'emprise projet, mais dans l'emprise d'étude

Substances	Concentrations retenues dans les sols (mg/kg)	Concentrations retenues dans les gaz du sol (mg/m <sup>3</sup> )	Concentrations modélisées à partir des sols dans l'air extérieur (mg/m <sup>3</sup> )	Concentrations modélisées à partir des gaz du sol dans l'air extérieur (mg/m <sup>3</sup> )	Concentrations modélisées retenues dans l'air extérieur (mg/m <sup>3</sup> )
<b>METAUX</b>					
Mercuré	-	4,12E-05	-	4,41E-09	4,41E-09
<b>CAV</b>					
Benzène	-	1,70E-02	-	5,73E-06	5,73E-06
Toluène	2,50E-01	1,14E-02	5,86E-03	3,46E-06	5,86E-03
Ethylbenzène	-	3,27E-03	-	8,55E-07	8,55E-07
m,p-Xylène	1,90E-01	1,11E-02	2,58E-03	2,79E-06	-
o-Xylène	-	5,24E-03	-	1,53E-06	-
Xylènes	-	1,64E-02	2,58E-03	4,32E-06	2,58E-03
1,2,4-Triméthylbenzène (pseudocumène)	-	4,58E-03	-	9,93E-07	9,93E-07
1,3,5-Triméthylbenzène (mésitylène)	-	5,11E-03	-	1,11E-06	1,11E-06
<b>HAP</b>					
Naphtalène	2,40E-01	2,62E-03	3,19E-05	6,70E-07	3,19E-05
<b>COHV</b>					
Tétrachloroéthylène (PCE)	-	3,01E-02	-	8,22E-06	8,22E-06
Trichloroéthylène (TCE)	-	7,99E-03	-	2,43E-06	2,43E-06
1,1,1-Trichloroéthane	3,00E-02	2,62E-03	3,67E-03	7,13E-07	3,67E-03
<b>HCT</b>					
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	-	4,27E-01	-	1,49E-04	1,49E-04
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	-	2,72E-01	-	9,48E-05	9,48E-05
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	-	2,62E-01	-	9,14E-05	9,14E-05
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7	-	1,70E-02	-	5,93E-06	5,93E-06
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	-	3,67E-02	-	1,28E-05	1,28E-05
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	-	2,62E-02	-	9,14E-06	9,14E-06
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	-	5,24E-02	-	1,83E-05	1,83E-05

Tableau 17 : Synthèse des concentrations d'exposition obtenues – Dégazage vers l'air extérieur

### 11.5.2 QUANTIFICATION DE L'EXPOSITION

Dans le cadre d'une exposition par inhalation, celle-ci est quantifiée par le biais de la concentration moyenne inhalée. Les concentrations moyennes inhalées sont déterminées suivant la formule ci-dessous :

$$C_{Ik} = \left( \sum_i (C_{ik} \times t_{ik}) \right) \times \frac{T_k \times F_k}{T_m}$$

Avec :

- $C_{Ik}$  : concentration moyenne inhalée pour le milieu k ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ;
- $C_{ik}$  : concentration de polluant dans l'air inhalé pendant le temps  $t_i$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pour le milieu k ;
- $t_{ik}$  : fraction de temps d'exposition à la concentration  $C_{ik}$  pendant la journée ;
- $T_k$  : durée d'exposition au milieu k (années) ;
- $F_k$  : fréquence d'exposition au milieu k (jours/an) ;
- $T_m$  : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours).

Pour les effets à seuil des substances,  $T_m$  est égale à  $T_k$ .

Pour les effets sans seuil des polluants,  $T_m$  sera assimilée à la durée de la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans).

### 11.5.3 PARAMETRES D'EXPOSITION

Le tableau suivant présente les paramètres d'exposition des différents récepteurs étudiés.

Paramètres	Unité	Adultes usagers des espaces extérieurs	Enfants usagers des espaces extérieurs	Adultes employés
Durée d'exposition	an	30 Assimilée à la durée de présence potentielle d'un adulte résident à proximité de la patinoire.	6 Enfant assimilé à un individu d'âge inférieur à 6 ans.	42 Assimilée à la durée de cotisation pour l'obtention de la retraite. Prise égale à 42 ans quel que soit le type de travail effectué.
Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée	an	70 Correspond à la durée de la vie entière (valeur par défaut).	70 Correspond à la durée de la vie entière (valeur par défaut).	70 Correspond à la durée de la vie entière (valeur par défaut).
Fréquence d'exposition	j/an	365 Correspond à une exposition journalière pendant toute l'année (approche sécuritaire).	365 Correspond à une exposition journalière pendant toute l'année (approche sécuritaire).	220 Correspondant au nombre de jours classique d'un temps plein.
Taux d'exposition à l'intérieur d'une pièce en RDC de plain-pied	h/j	-	-	8 Correspond à une exposition standard de 8 h à l'intérieur d'un bureau <sup>42</sup> .
Taux d'exposition à l'extérieur <sup>43</sup>	h/j	2 Correspond à une exposition journalière en extérieur.	2 Correspond à une exposition journalière en extérieur.	2 Correspond à une exposition journalière en extérieur.

Tableau 18 : Paramètres d'exposition

<sup>42</sup> Sécuritaire car le type de travail réalisé par les adultes employés de la patinoire n'est pas connu à ce jour

<sup>43</sup> Sécuritaire car à priori espaces extérieurs hors zone du projet (mais dans l'emprise d'étude)

## 11.6 CARACTERISATION DES RISQUES

### 11.6.1 METHODOLOGIE DE QUANTIFICATION DES RISQUES SANITAIRES

#### 11.6.1.1 Méthodologie appliquée

Afin de quantifier le risque sanitaire que génèrent l'usage futur et les pollutions résiduelles au droit du site, EODD a considéré l'additivité des risques induits par chacune des substances (approche sécuritaire pour les quotients de danger QD qui rappelons le, doivent être additionnés uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible).

#### 11.6.1.2 Quantification des risques pour les effets à seuil

Pour les effets à seuils, la possibilité de survenue d'un effet toxique chez la cible s'exprime par un quotient de risque QD, défini tel que :

$$QD_{inh} = \frac{CI}{RfC}$$

Lorsque cet indice, pour le même effet, pour le même organe cible et le même mécanisme d'action, est inférieur à 1, la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable (terme utilisé dans la terminologie de l'INERIS, dans son sens non statistique). Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'un effet toxique ne peut plus être exclue.

Bien que l'indice de risque ne représente pas une probabilité, il faudra considérer que la possibilité de survenue d'un effet toxique sera fonction de la somme des indices de risque liés aux différentes voies d'administration du polluant et aux différentes substances à seuil d'effet.

**Un risque inacceptable sera donc défini par une somme des QD supérieure à 1.**

#### 11.6.1.3 Quantification des risques pour les effets sans seuils

$$ERI_{inh} = CI \times ERU_{inh}$$

Aux faibles expositions, l'hypothèse est faite d'une relation linéaire entre l'effet et l'exposition, l'ERU est donc constant pour chaque substance.

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

La possibilité supplémentaire de développer l'effet par rapport à l'exposition de fond étant exprimée sous la forme d'une probabilité, un ERI global, pour chaque scénario d'exposition défini initialement, pourra être calculé en faisant :

- pour chaque substance, la somme des risques liés à chacune des voies d'exposition qui concernent l'individu du scénario considéré,
- la somme des risques liés à chacune des substances cancérigènes du site ou issues du site,
- la somme des risques liés aux différentes durées d'exposition (chronique) qui peuvent concerner un individu.

**Un risque inacceptable sera donc défini par une somme des ERI supérieure à 10<sup>-5</sup>.**



### 11.6.2 NIVEAUX DE RISQUES SANITAIRES

Les tableaux suivants présentent la synthèse des niveaux de risque toxiques et cancérigènes obtenus sur la base des concentrations effectivement retenues au chapitre 3.

	Adultes employés	
	QD	ERI
Inhalation de substances volatiles en intérieur - pièce en RDC	1,10E-01	1,02E-06
Inhalation de substances volatiles en extérieur	9,52E-04	1,01E-08
Somme	<b>1,11E-01</b>	<b>1,03E-06</b>
Valeur de référence	<b>&lt;1</b>	<b>&lt;10-5</b>

	Adultes usagers des espaces extérieurs	
	QD	ERI
Inhalation de substances volatiles en extérieur	1,58E-03	1,19E-08
Somme	<b>1,58E-03</b>	<b>1,19E-08</b>
Valeur de référence	<b>&lt;1</b>	<b>&lt;10-5</b>

	Enfants usagers des espaces extérieurs	
	QD	ERI
Inhalation de substances volatiles en extérieur	1,58E-03	2,39E-09
Somme	<b>1,58E-03</b>	<b>2,39E-09</b>
Valeur de référence	<b>&lt;1</b>	<b>&lt;10-5</b>

Tableau 19 : Présentation des niveaux de risques

**Les indices de risques calculés sont inférieurs aux valeurs définies par le ministère en charge de l'Environnement, au regard des hypothèses considérées et des teneurs retenues mesurées dans les gaz du sol et les sols.**

#### **Pour les adultes employés :**

Les xylènes et le 1,1,1-trichloroéthane contribuent majoritairement au quotient de danger (QD), respectivement à hauteur de 70 et 18%.

Le naphtalène et le benzène contribuent majoritairement à l'excès de risque individuel (ERI), respectivement à hauteur de 60 et 38%.

#### **Pour les adultes et enfants usagers des espaces extérieurs :**

Les xylènes et le 1,1,1-trichloroéthane contribuent majoritairement au quotient de danger (QD), respectivement à hauteur de 68 et 19%.

Le naphtalène et le benzène contribuent majoritairement à l'excès de risque individuel (ERI), respectivement à hauteur de 53 et 45%.

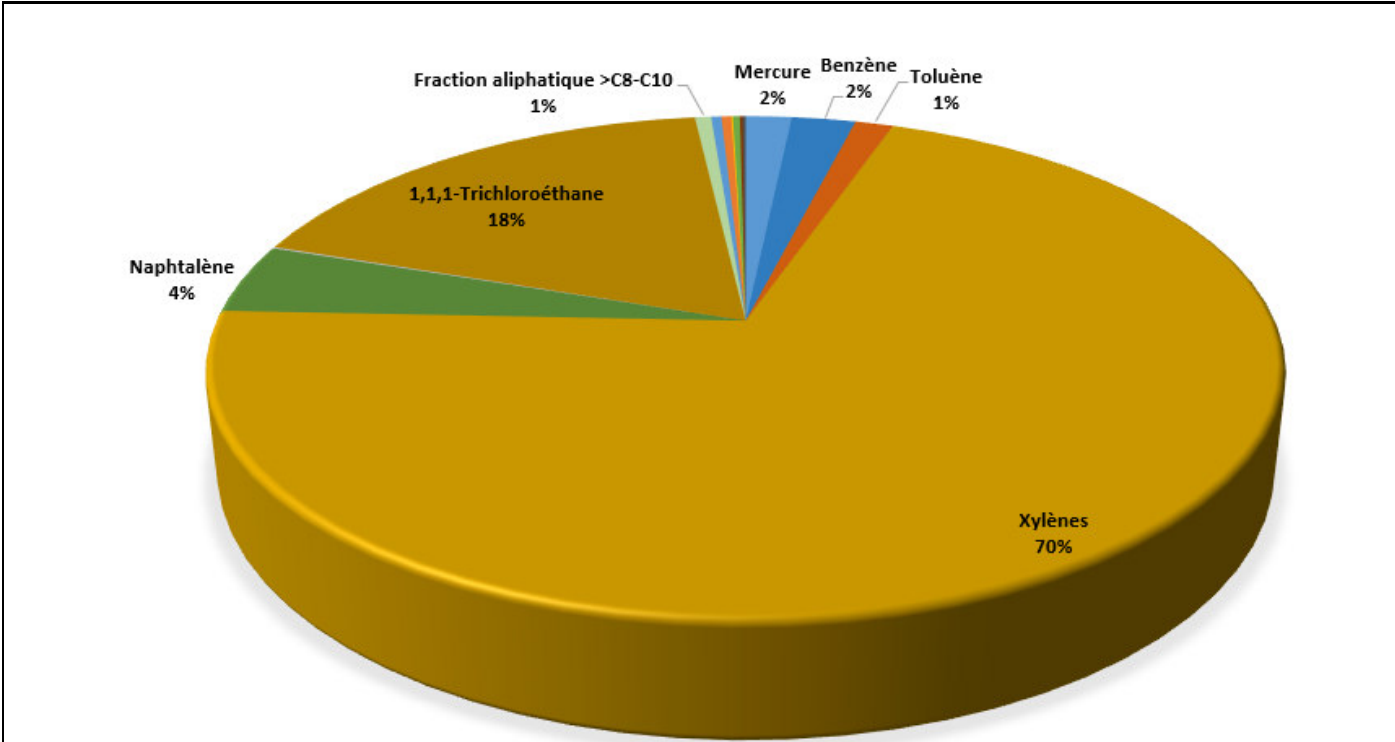


Figure 20 : Contribution des substances au quotient de danger (adultes employés)

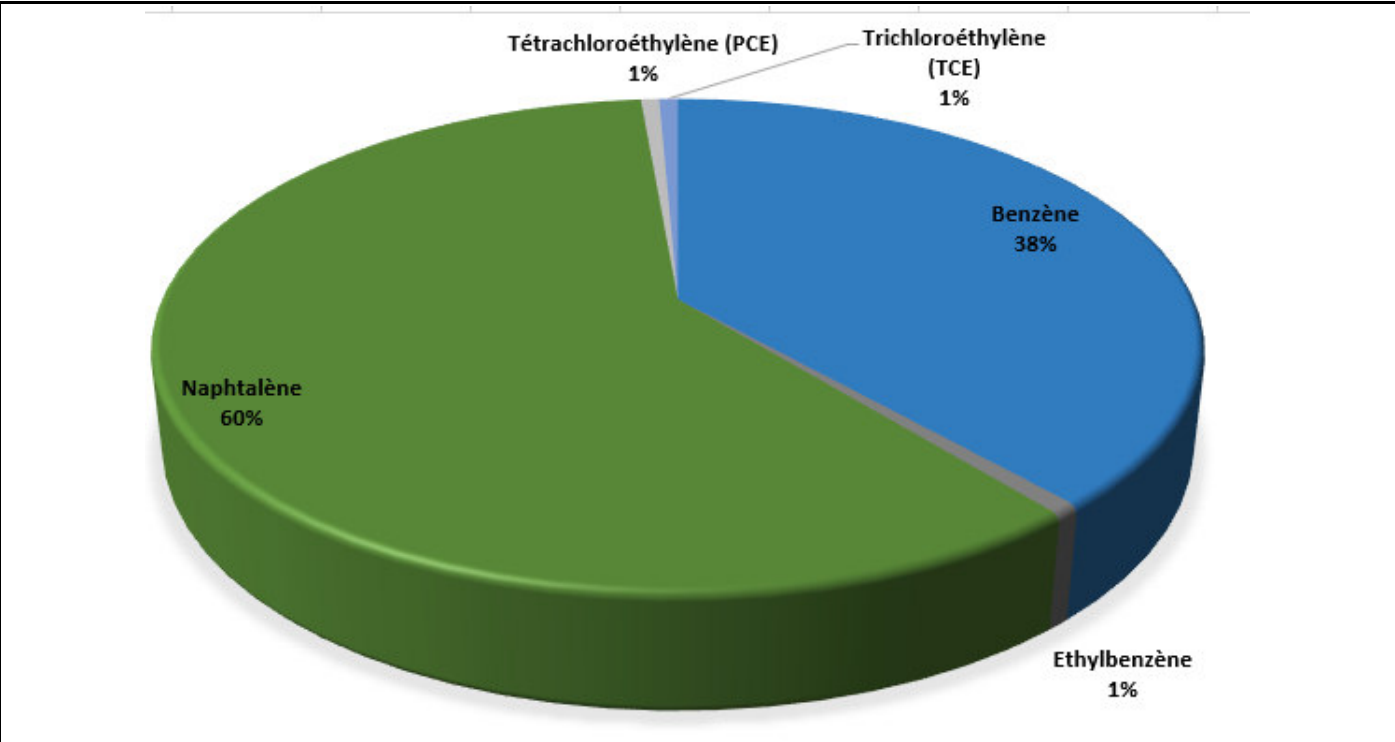


Figure 21 : Contribution des substances à l'excès de risque individuel (adultes employés)

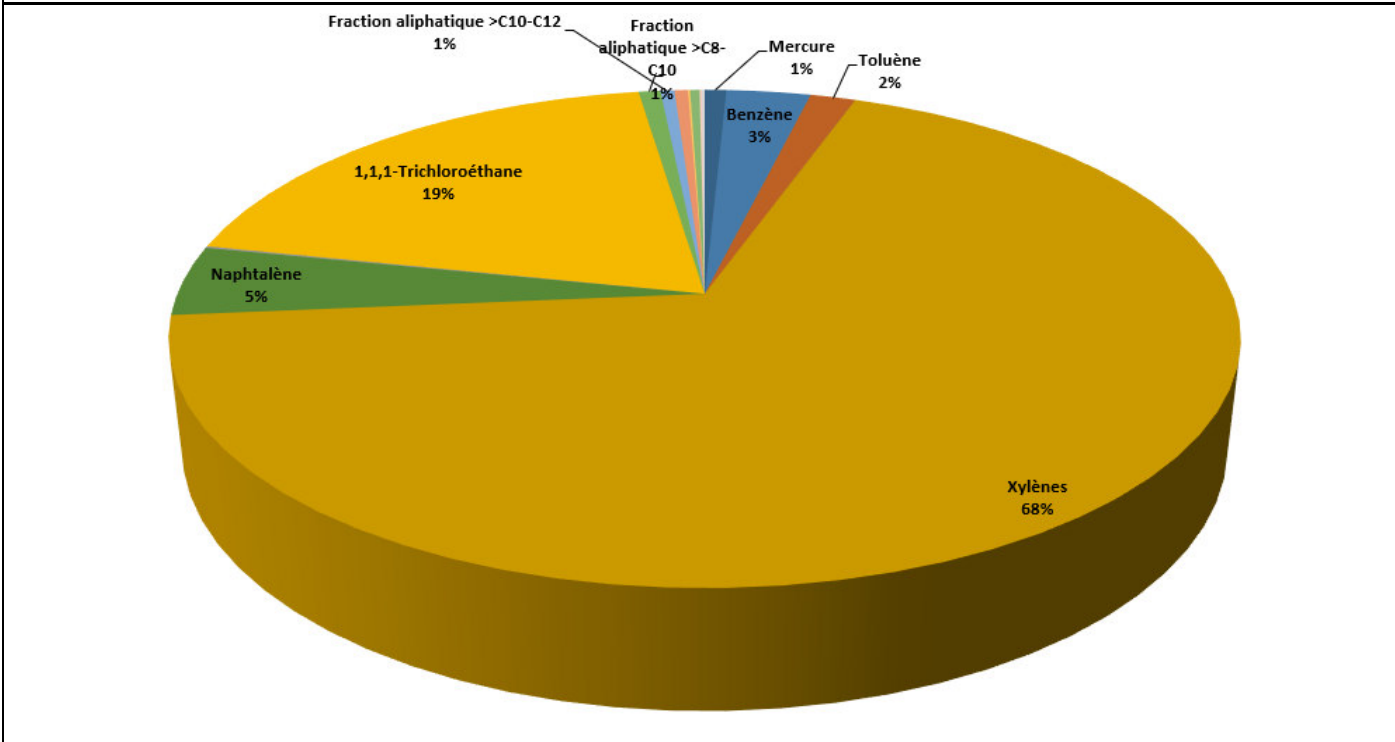


Figure 22 : Contribution des substances au quotient de danger (adultes et enfants usagers des espaces extérieurs)

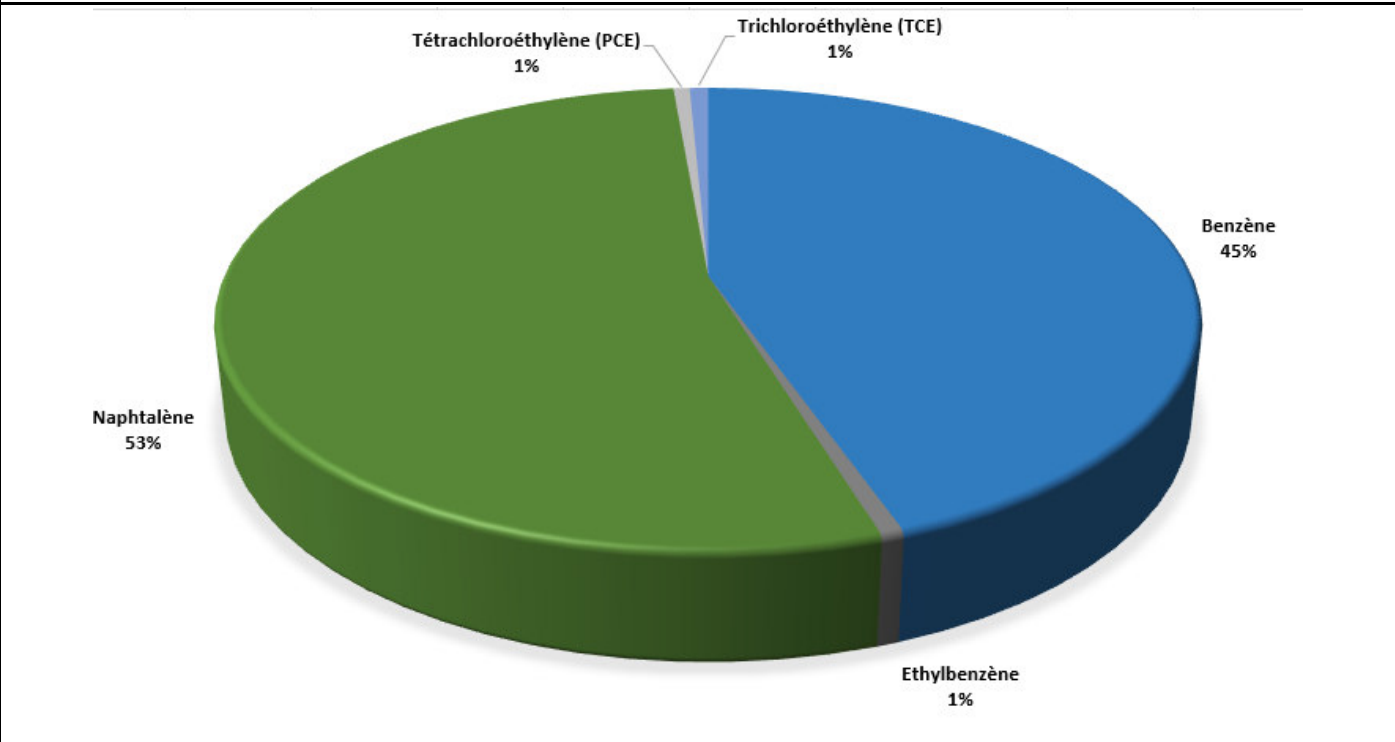


Figure 23 : Contribution des substances à l'excès de risque individuel (adultes et enfants usagers des espaces extérieurs)

### 11.6.3 EVALUATION DES INCERTITUDES

Au vu des nombreuses hypothèses nécessairement effectuées dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires, des imprécisions et incertitudes existent. Celles-ci font l'objet d'une évaluation afin de pouvoir nuancer le propos et conclure sur la fiabilité de l'étude (cf. Annexe 2).

Cette évaluation des incertitudes met en évidence le caractère fiable et globalement sécuritaire de l'étude réalisée sur la base des données disponibles. Il demeure néanmoins une incertitude sur la représentativité et la répétabilité du signal dans les gaz du sol.

Aussi, il conviendra de :

- **réaliser une seconde campagne de prélèvement de gaz complémentaire<sup>44</sup> ;**
- **prendre en considération, dans le cadre du projet d'aménagement, un certain nombre de restrictions d'usage, permettant d'assurer la compatibilité sanitaire comprenant notamment les dispositifs constructifs suivants :**
  - la mise en place de canalisations pour l'amenée d'eau potable en matériaux non poreux et non perméables, ou installées dans le sous-sol après décaissement préalable des terres polluées en place puis remblaiement par des matériaux sains ;
  - la ventilation minimale permanente permettant d'assurer un renouvellement d'air de 0,5 volume par heure, soit 12 volumes par jour, dans les pièces en RDC ;
  - la couverture systématique des sols (dalle béton, enrobé, apport de terre saine sur une épaisseur de 30 cm compactée).

---

<sup>44</sup> Conformément au guide pratique de prélèvement des gaz du sol du BRGM et de l'INERIS (2016)

## 12. SYNTHESE

L'EPA de Saint-Etienne porte un projet global d'aménagement urbain notamment ciblé sur le quartier de Châteaureux, qui est couvert par une ZAC.

Un projet de construction d'une patinoire est en cours d'étude de faisabilité au nord de la plateforme SNCF de Châteaureux, entre les rues Colonel Marey et du Puits Thibaud. Le site couvre les parcelles DY8 (4169 m<sup>2</sup>) et DY9 (3793 m<sup>2</sup>).

Les études et investigations environnementales<sup>45</sup> ont mis en évidence dans les sols au droit du site la présence de COHV en des teneurs modérées à fortes.

Afin de disposer d'éléments d'aide à la décision permettant d'alimenter les études de programmation et faisabilité relatives à l'aménagement du site (projet de patinoire), l'EPASE a sollicité EODD ingénieurs conseils pour la réalisation de compléments d'étude afin de disposer de premières orientations de gestion de la pollution et vérifier la compatibilité sanitaire entre les usages projetés et l'état des milieux.

Dans un premier temps, EODD a mené des investigations complémentaires sur les sols et les gaz du sol, en vue de circonscrire les pollutions mises en évidence antérieurement et compléter le niveau de connaissance au droit du site, et quantifier le dégazage effectif du milieu souterrain vers les gaz du sol.

Les investigations ont consisté en la réalisation de 11 fouilles et au prélèvement de gaz du sol au droit de deux zones en novembre 2019, pour caractériser le potentiel de dégazage des composés volatils issus du sol sous les futurs sous-sols (pollutions volatiles identifiées dans les sols en profondeur, notamment en COHV). Les résultats amènent aux commentaires suivants :

- **présence de remblais bruns à noirs** sableux à limoneux avec graves et morceaux de briques de jusque -2/-3 m, le terrain naturel (schistes rouges) étant recoupé en un seul sondage à -2,6 m de profondeur.
- **anomalies de concentration en COHV** avérées au droit de trois zones du site : **F1/SP12, F5/SP13 et F10**, dans les remblais entre 0 et -3 m de profondeur.
- **caractère non inerte** vis-à-vis de l'arrêté du 12/12/2014<sup>46</sup> des terrains superficiels (0-1 m) analysés, en lien avec la présence de métaux, de fluorures (teneurs proches des seuils) ou de fraction soluble et sulfates sur éluat, qu'il conviendra de gérer de manière différenciée en vue d'une évacuation hors site.
- **transfert avéré** des COHV, hydrocarbures aliphatiques et aromatiques C5-C16, CAV, depuis le milieu souterrain vers les gaz du sol (teneurs globalement similaires au droit des deux points de mesure).

Au regard de ces constats, un plan de gestion de la pollution au droit du site a été réalisé en première approche. A l'issue d'une analyse statistique des données et de répartition spatiale des anomalies, les points suivants ont été retenus comme **points de pollution concentrée en COHV** :

- **F1/SP12 : entre 0 et -3 m ;**
- **F5/SP13 : entre 0 et -3 m ;**
- **F10 : entre 0 et -1 m.**

<sup>45</sup> Etudes et diagnostics environnementaux menés par APAVE et SOCOTEC entre 2011 et 2017 ; et diagnostic complémentaire diligenté par EODD en 2019

<sup>46</sup> Relatif à l'admissibilité des déchets en ISDI



**Le coût de transport-traitement de ces PPC est évalué à ce jour à environ 40 à 45 K€HT** (hors terrassement/remblaiement, suivi, MOE).

.

Il est à noter qu'une partie de ces PPC sera éliminée *via* les terrassements qui seront vraisemblablement requis dans le cadre de l'aménagement du site (construction du bâtiment de la patinoire).

Compte-tenu du stade d'avancement du projet à ce jour, la temporalité de ce dernier n'est pas connue. Aussi, à l'issue du bilan coûts/avantages préliminaire réalisé, il est proposé d'opter pour une solution curative efficiente des PPC, par excavation des terres puis évacuation hors site en filière adaptée et agréée de type Biocentre.

En parallèle, de manière à vérifier la compatibilité sanitaire des usages projetés avec l'état des milieux, une ARR prospective a été réalisée.

Sur la base des hypothèses suivantes considérées, l'ARR a démontré, *via* l'évaluation de l'exposition par inhalation de composés volatils en intérieur (et en extérieur à titre informatif), que **l'usage futur projeté (patinoire et piste ludique) est compatible en termes de risques sanitaires avec l'état des milieux résiduels :**

- usage futur : construction d'une patinoire de plain-pied sur la totalité de l'emprise du site (pas d'espace extérieur dans l'emprise projet) ;
- usages proscrits dans le cadre de l'étude :
  - implantation d'établissements accueillant des populations sensibles au sens de la circulaire du 8 février 2007 (crèche, école maternelle, primaire, collège / lycée, établissement d'accueil des enfants handicapés) ;
  - utilisation des eaux souterraines, à l'aplomb du site ;
  - aménagement de jardins potagers et de plantation d'arbres fruitiers/à baies en pleine terre ;
- voies d'exposition retenues : exposition des futurs usagers par inhalation de composés volatils (employés adultes et usagers des espaces extérieurs adultes/enfants) ;
- mesures de gestion des sources de pollution : à minima, purge et gestion spécifique des matériaux en F5 (1-1,3) et SP13 (0-1) (vis-à-vis des teneurs en tétrachloroéthylène notamment)
- mesures constructives :
  - mise en place de canalisations pour l'amenée d'eau potable en matériaux non perméables et non poreux ou installées dans le sous-sol après décaissement préalable des terres polluées en place et avec remblaiement par des matériaux sains ;
  - purge des terres polluées aux COHV en F5 et SP13 entre 0 et -1,3 m minimum de profondeur ;
  - couverture systématique des sols (dalle béton) ;
  - ventilation minimale au sein du bâtiment permettant d'assurer un renouvellement d'air de 0,5 volume par heure, soit 12 volumes par jour dans les pièces en RDC.

Enfin, en sus des travaux de terrassement attendus au droit du site du projet, des mesures de gestion des points de pollution et des caractéristiques du projet (imperméabilisation de 100 % de la surface du site), il n'est pas proposé d'autre mesure de maîtrise des impacts environnementaux.

## 13. RECOMMANDATIONS

Au regard des éléments exposés ci-dessus, EODD ingénieurs conseils recommande dans le cadre du projet de reconversion du site, de faire appel à un bureau d'études spécialisé et certifié LNE :

- pour approfondir le niveau de connaissance de l'état environnemental du site, une fois le projet défini de manière plus avancée, *via* :
  - la circonscription plus fine des trois sources de pollution identifiées à ce jour,
  - la fiabilisation et la complétion des données analytiques de gaz du sol *via* la réalisation d'une nouvelle campagne de contrôle sur une période plus propice à la volatilisation,
  - la caractérisation des terrains restant en place (sols et gaz du sol) et des futurs déblais de terrassement,
  - la vérification de la volatilité du mercure au droit des teneurs maximales mesurées dans les sols,
- pour la réalisation d'un plan de gestion détaillé, à l'issue des investigations complémentaires, de la définition des opérations de terrassement et/ou du plan d'aménagement ;
- pour la mise à jour de l'analyse des risques sanitaires résiduels en cas de modification des hypothèses prises en compte (concentrations retenues pour les modélisations, type et/ou épaisseur du revêtement au sol, taux de renouvellement de l'air intérieur, modification des volumes de terres à purger, etc.), et selon le projet précis de réaménagement du site ;
- pour l'élaboration du cahier des charges (gestion des déblais non inertes et des PPC) dans le cadre de la consultation des entreprises ;

EODD recommande par ailleurs de transmettre la présente étude aux entreprises/BET en charge de la conception et réalisation du projet.

## **14. ANNEXES**

<b>ANNEXE 1 :</b>	<b>SOURCES DE DOCUMENTATION CONSULTEES</b>
<b>ANNEXE 2 :</b>	<b>COMPTE-RENDU DE LA VISITE DE SITE</b>
<b>ANNEXE 3 :</b>	<b>REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE</b>
<b>ANNEXE 4 :</b>	<b>OUVRAGES D'EAU (BSS, ARS)</b>
<b>ANNEXE 5 :</b>	<b>PRINCIPAUX DOCUMENTS RETRACANT L'HISTORIQUE</b>
<b>ANNEXE 6 :</b>	<b>PLAN DE LOCALISATION DES INVESTIGATIONS</b>
<b>ANNEXE 7 :</b>	<b>SYNTHESE DES RESULTATS D'ANALYSE SUR LES SOLS (2016-2017)</b>
<b>ANNEXE 8 :</b>	<b>COUPES LITHOLOGIQUES DES SONDAGES</b>
<b>ANNEXE 9 :</b>	<b>FICHES DE PRELEVEMENT DES GAZ DU SOL (2019)</b>
<b>ANNEXE 10 :</b>	<b>BORDEREAUX D'ANALYSES DU LABORATOIRE (2019)</b>
<b>ANNEXE 11 :</b>	<b>TABLEAU DES BORNES R1, R2 ET R3</b>
<b>ANNEXE 12 :</b>	<b>ANNEXES DE L'ARR</b>
<b>ANNEXE 13 :</b>	<b>LIMITES DE L'ETUDE</b>

## **ANNEXE 1 : SOURCES DE DOCUMENTATION CONSULTEES**

Titre	Source d'information	Date/Année
Environnement industriel	<a href="http://basol.environnement.gouv.fr/">http://basol.environnement.gouv.fr/</a>	Consultation décembre 2019
	<a href="http://basias.brgm.fr">http://basias.brgm.fr</a>	
	Installations Classées : <a href="http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr">http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr</a>	Consultation novembre 2019
Historique du site	Photographies anciennes IGN / Géoportail ®	Consultation décembre 2019
	Préfecture de l'Isère - DDPP	
Visite de site	/	21 novembre 2019
Données Cadastres	Cadastre.gouv.fr®	Consultation novembre 2019
Vulnérabilité	ARS (agence régionale de santé)	Consultation décembre 2019
	<a href="http://www.georisques.gouv.fr/">http://www.georisques.gouv.fr/</a> <a href="http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr">http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr</a>	



## **ANNEXE 2 : COMPTE-RENDU DE LA VISITE DE SITE**

# COMPTE RENDU DE VISITE DE SITE

Réalisée par : Solène Perrier

Interlocuteur(s) présent(s) lors de la visite : aucun

Date de(s) visite(s) : 21/11/2019

Document(s) remis lors de la visite de site : aucune

## 1. Visite sur site

### 1.1. Localisation et identification

Désignation du site : ZAC Chateaucieux – Ilot Patinoire

Commune : Saint-Etienne

Département : Loire (42)

Adresse : Rue du Puits Thibaud

Superficie approximative : ~7 900m<sup>2</sup>

Propriétaire actuel : Saint-Etienne Métropole.

Exploitant actuel : aucun

Anciens propriétaires connus : /

Anciens exploitants connus : compagnie  
houillère de Saint-Etienne /société SNCF mobilités.

Site en activité : OUI ☐

NON ☒

Type d'activité actuelle(s) ou passée(s) :

Activités récentes : Zone de stockage pour  
les activités de construction du tramway

Type de population sur le site (adultes, enfants,  
résidents, salariés, clients, etc) / nombre /  
occasionnelle ou régulière : aucune

ICPE OUI ☐ NON ☒ Remarques : /

## 1.2. Description du site

### 1.2.1. Bâtiments existants

Repère plan	Type	Etat / stabilité	Utilisation	Niveau de sous-sol, vide sanitaire (oui/non)	Indices de pollution	Accès particuliers (Autorisation badge, libre...)
Aucun bâtiment						

### 1.2.2. Activités existantes et installations potentiellement polluantes (sauf stockages)

Repère plan	Activité ou installation existantes potentiellement polluantes	Etat (indices de pollution...)	Période d'activité	Autres Remarques (accès machine, accident connu...)
Aucune				

Type de chauffage actuel /passé : inconnue

Type d'alimentation en eau actuelle et passée : inconnue

Présence de transformateurs : OUI ☐ NON ☒ Appareils au PCB actuels ou passés : OUI ☐ NON ☒

### 1.2.3. Stockages ou dépôts existants

Repère plan	Type (cuves/bidons, aérien/ souterrain, simple/double enveloppe...)	Volume (m³) ou quantité (L)	Produit contenu	Etat (indices de pollution...)	Autres Remarques (rétention, accès machine, accident connu...)
Aucun					

## 1.3. Autres remarques générales sur le site

✓ Conditions d'accès au site (clôturé, surveillé, autres) : Un portail sur la rue du Puits Thibaud fermant à clefs, la totalité du site est clôturé.

✓ Accessibilité des machines de sondage (accès locaux, tranchées, lignes électriques, pente...) : Machine accessible sur la totalité du site.

✓ Hauteur de plafond la plus basse identifiée (m) : /

✓ Informations sur les réseaux enterrés ou non présents sur site :

➤ Disponibilité d'un plan des réseaux sur site : OUI ☐ NON ☒

➤ Identification des regards sur site : OUI ☐ NON ☒

➤ Autres remarques : /

✓ Type de couverture des espaces avec % :

Bâti : 0% Chaussé : 90% Surfaces découverte : 10% Cours / plan d'eau : 0%

Système de collecte des eaux de ruissellement : OUI ☐ NON ☒

Décanteur / déshuileur : OUI ☐ NON ☒

Stockage des eaux d'incendie : OUI ☐ NON ☒ méthode : /

✓ Présence de remblais d'origine diverse sur le site (terrains remaniés, tas matériaux,...) :

OUI ☒ NON ☐

- Si oui, de quelle nature (remblais, autre ?) : cf. diag

- Présence d'indice de pollution : cf. diag

✓ Rejets liés à l'activité du site (liquides, atmosphériques ...) : non

✓ Accidents connus sur site : non

✓ Matériaux amiantés présents sur site : OUI ☐ NON ☒

Présence d'un risque pour interventions futurs : OUI ☐ NON ☒

✓ Bombardements connus sur site : OUI ☐ NON ☒

✓ Présence de piézomètres, forages, puits sur le site : OUI ☒ Ancien puits miniers (Puits Thibaud).  
NON ☐ si oui nb : /

✓ Présence d'espèce végétale protégée ou invasive sur site : OUI ☐ NON ☒

Autres remarques :

#### 1.4. Etudes précédentes sur site

Objectif de l'étude	Date de l'étude	Plan
Etude historique et documentaire – Secteur Chateaux et Chappe Ferdinand - APAVE	15/06/2011	/
Diagnostic environnemental sur les sols – SOCOTEC	09/11/2016	Plan des sondages réalisés
Diagnostic environnemental sur les sols – SOCOTEC	30/09/2017	Plan des sondages réalisés

## 2. Visite de l'environnement du site

### 2.1. Identification des activités et usages au voisinage du site

Rayon approximatif de la visite des abords du site réalisée 200 (m) :

Activités et usages au voisinage du site	Présence (oui/non)	Distance et position par rapport au site	Amont (amt) ou Aval (avl) hydraulique	Remarques générales
Agricole/forestier	non	/	/	/
Industriel	non	/	/	/
Commercial	non	/	/	/
Etablissements sensibles	oui	160m au nord-ouest	Latéral	Collège Jules Vallès
Habitations résidentielles/individuelles	non	/	/	/
Habitations collectives	oui	100m à l'est	Latéral	/
Autres (axes routiers, ferroviaires...)	Oui	Gare SNCF Chateaux	Amont	/

Présence de puits identifiés à proximité : **OUI** ☐ **NON** ☒

### 2.1. Milieu(x) naturel(s) identifiés à proximité du site

Milieu naturel	Présence (oui/non)	Nom usuel et description	Distance et position par rapport au site	Remarques générales
Cours d'eau	non			
Sources	non			
Zone naturelle protégée	cf. Etude de vulnérabilité			
Captages d'eau	cf. Etude de vulnérabilité			
Autres	/			

### 3. Mesures de mise en sécurité à prendre

Actions	Oui / Non	Degré d'urgence	Commentaires
Enlèvement de fûts, bidons	Non		
Excavations de terres	Non		
Stabilisation de produits ou de sources (bassins, dépôts...)	Non		
Mise en œuvre d'un confinement ou d'un recouvrement des sols	Non		
Restrictions d'accès au site (clôture, surveillance)	Non		
Evacuation du site	Non		
Création de réseau de surveillance des eaux souterraines	Non		
Tests d'épreuve d'étanchéité sur cuves/canalisation	Non		
Démolitions de superstructures (bâtiments, réseaux aériens,...)	Non		
Comblement de vides	Non		
Autres	/		

### 4. Autres points remarquables :

### 5. Questions spécifiques au site :



## **ANNEXE 3 : REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE**

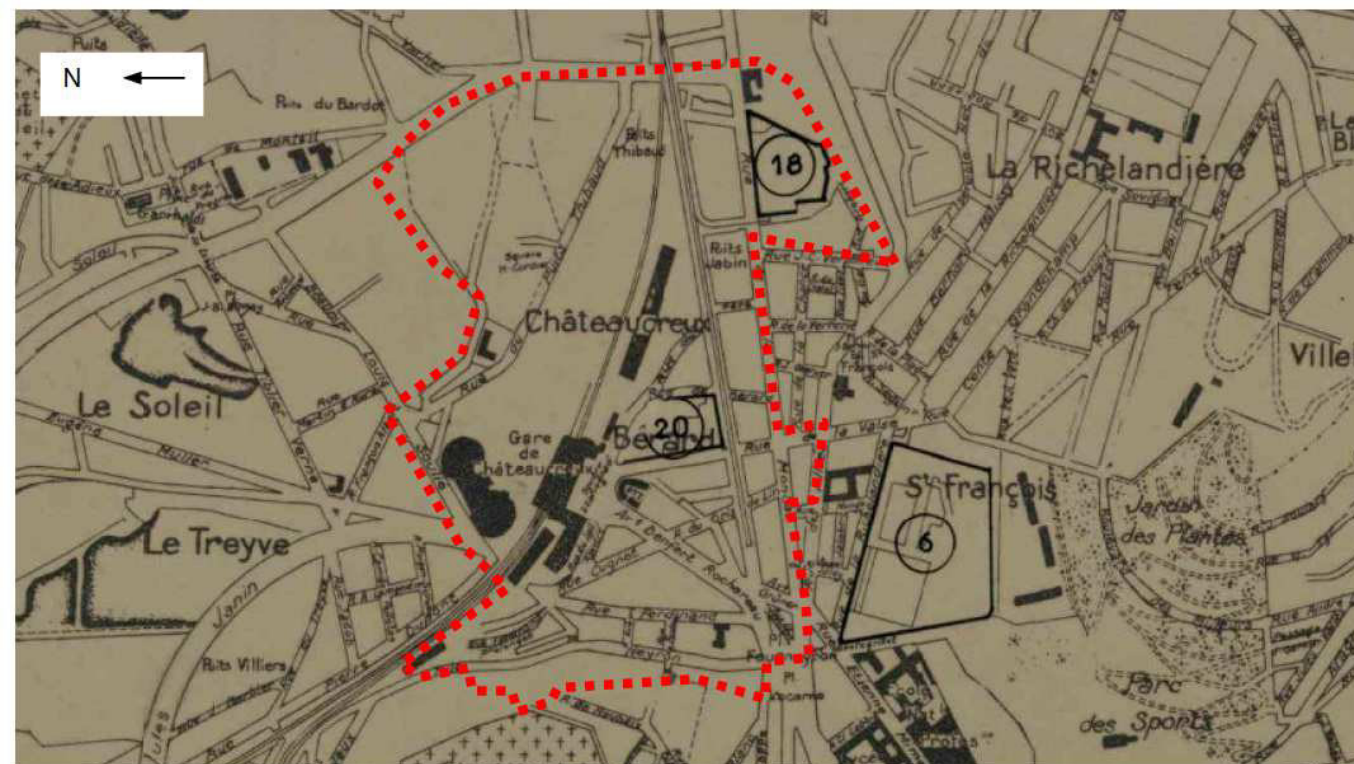
	
<p>Vue vers l'est</p>	<p>Vue vers le nord</p>
	
<p>Vue vers le sud-ouest</p>	<p>Partie sud-ouest du site – vue vers l'ouest</p>

## **ANNEXE 4 : OUVRAGES D'EAU (BSS, ARS)**

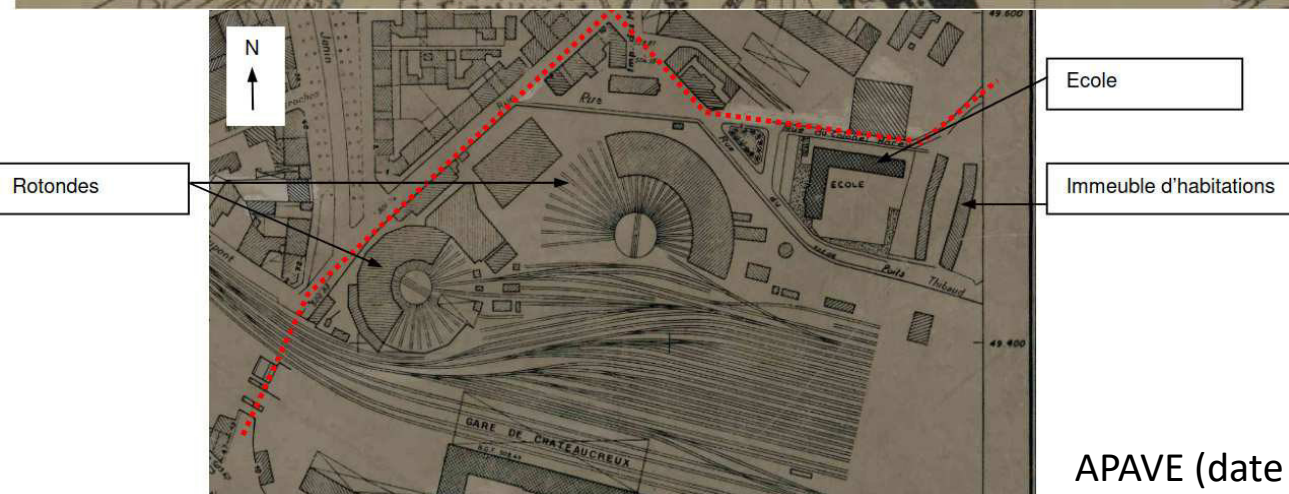




## **ANNEXE 5 : PRINCIPAUX DOCUMENTS RETRACANT L'HISTORIQUE**



APAVE (date du plan : 1970)

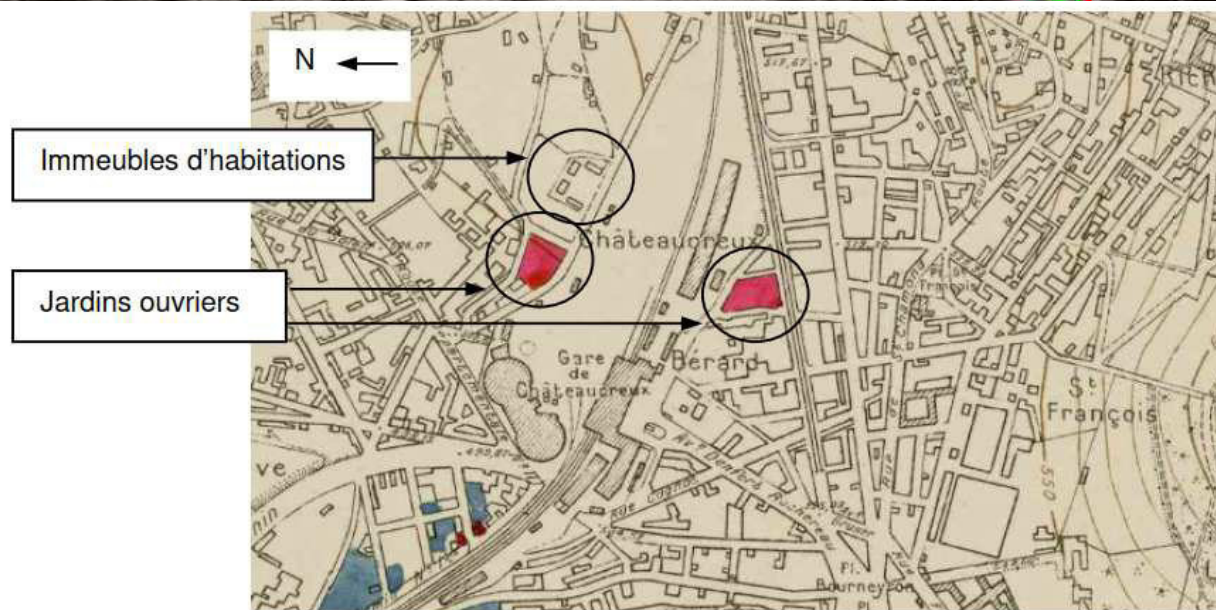


APAVE (date du plan : 1945/54)





APAVE (date du plan : 1930)

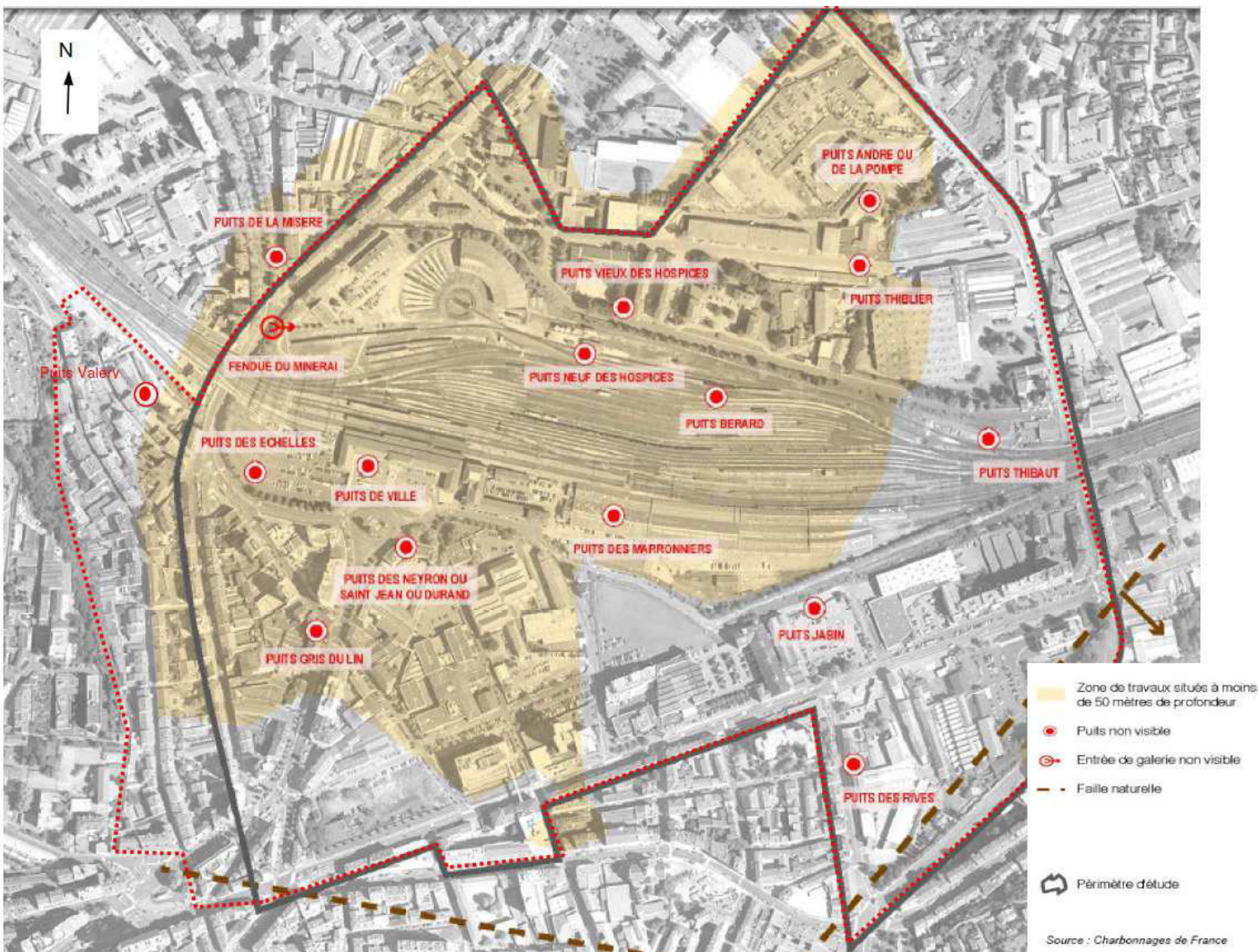


APAVE (date du plan : 1930-40)



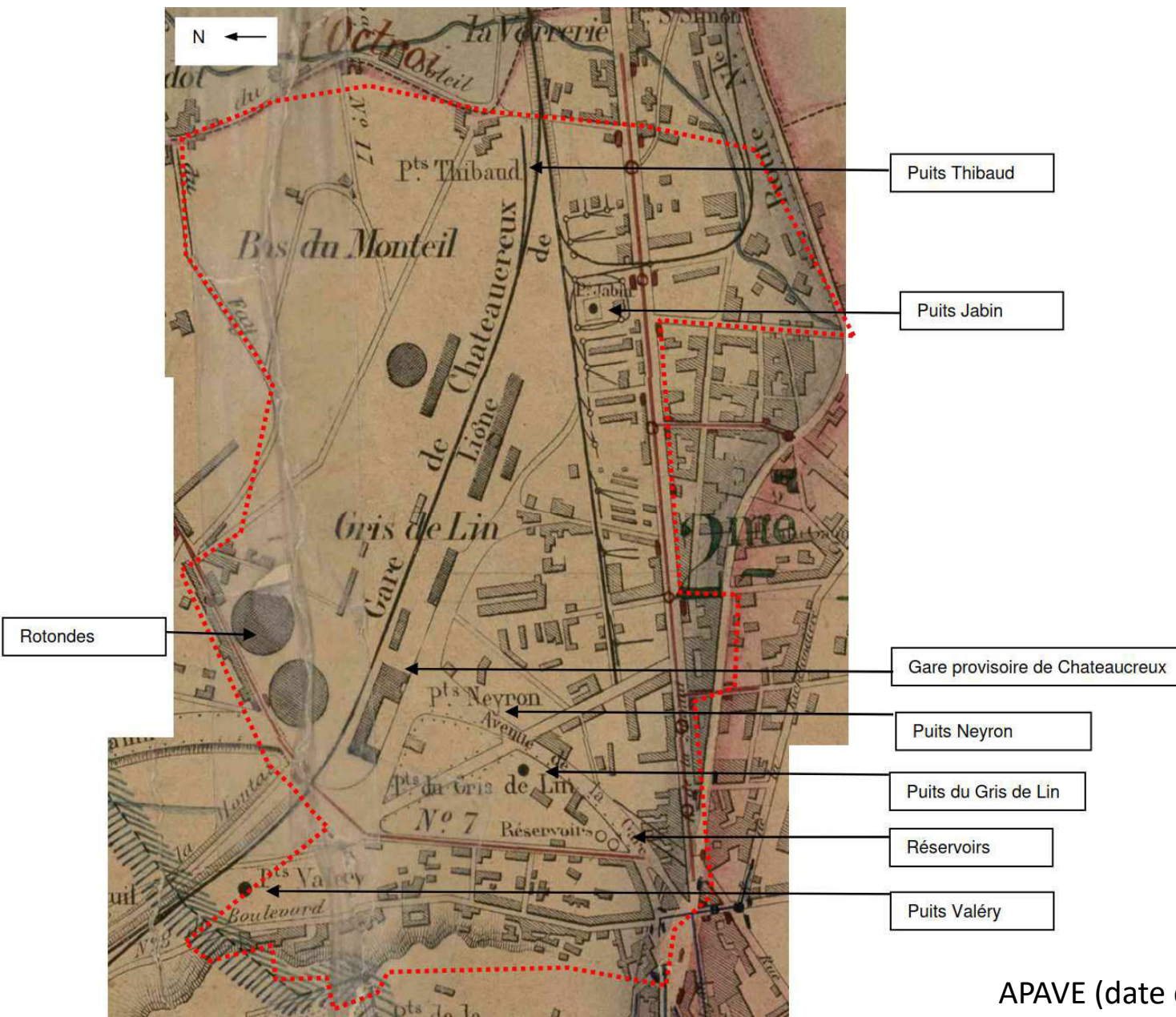
APAVE (date du plan : 1920)



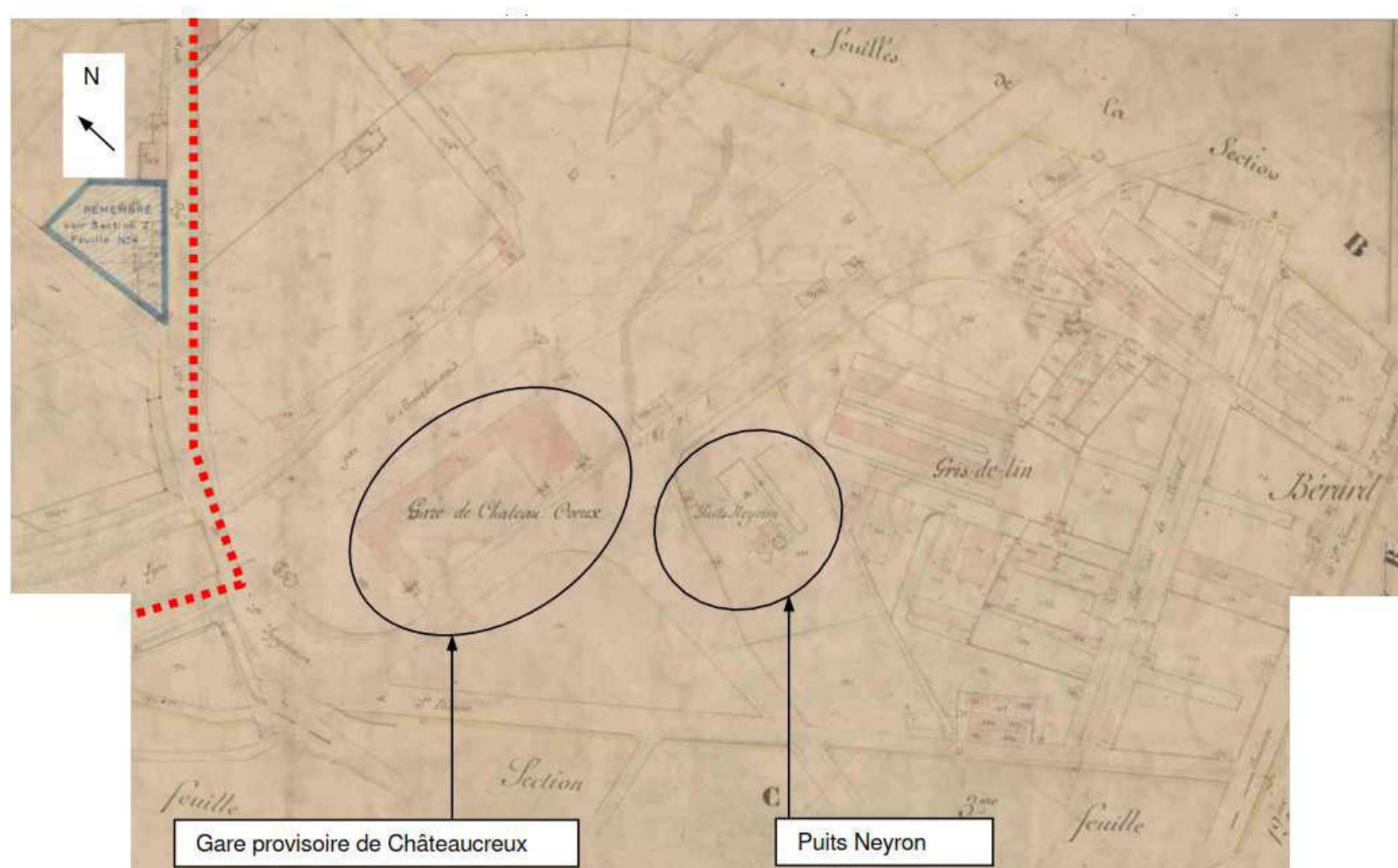


APAVE (date du plan : 1874)



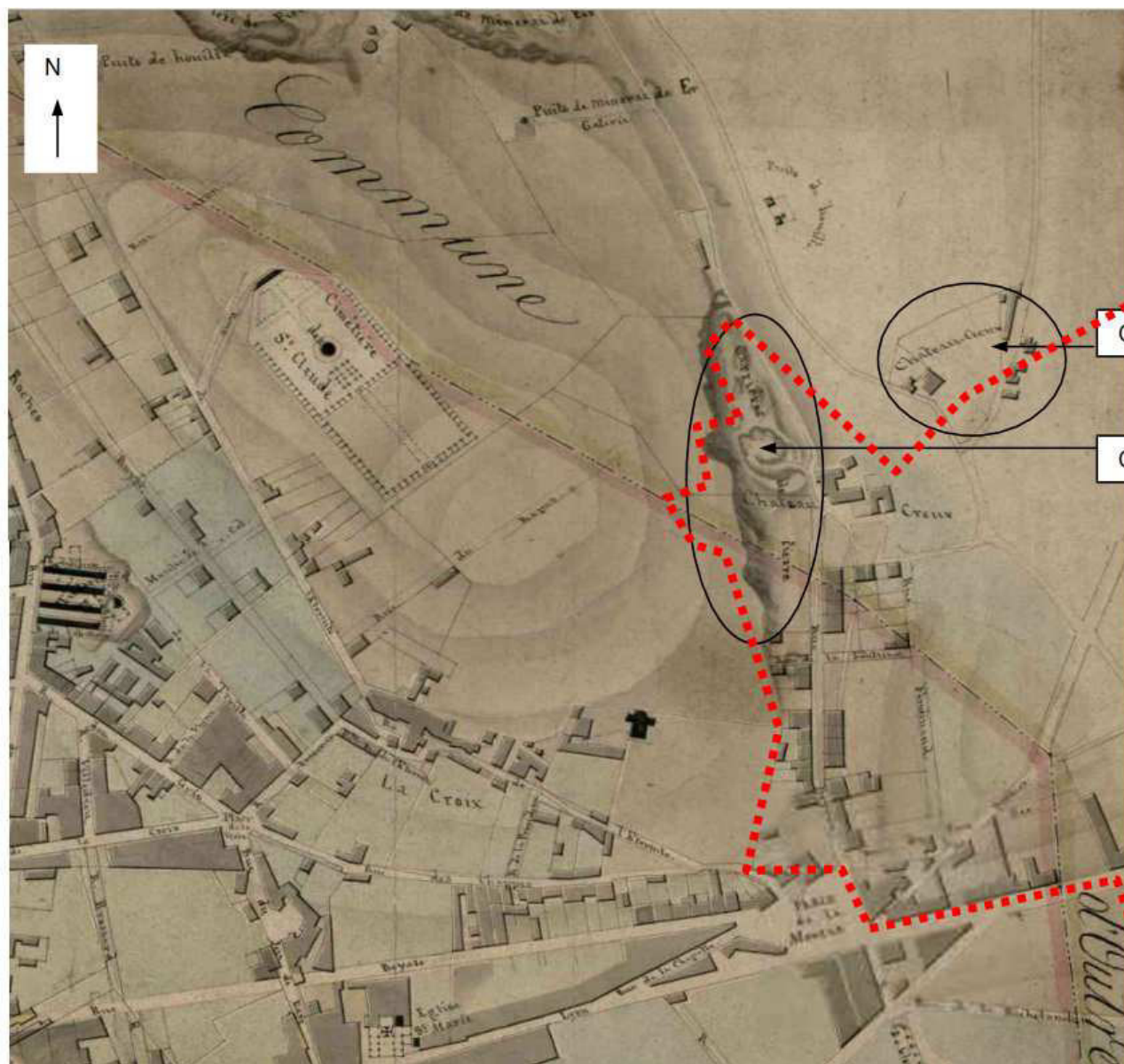


APAVE (date du plan : 1874)



APAVE (date du plan : 1864)





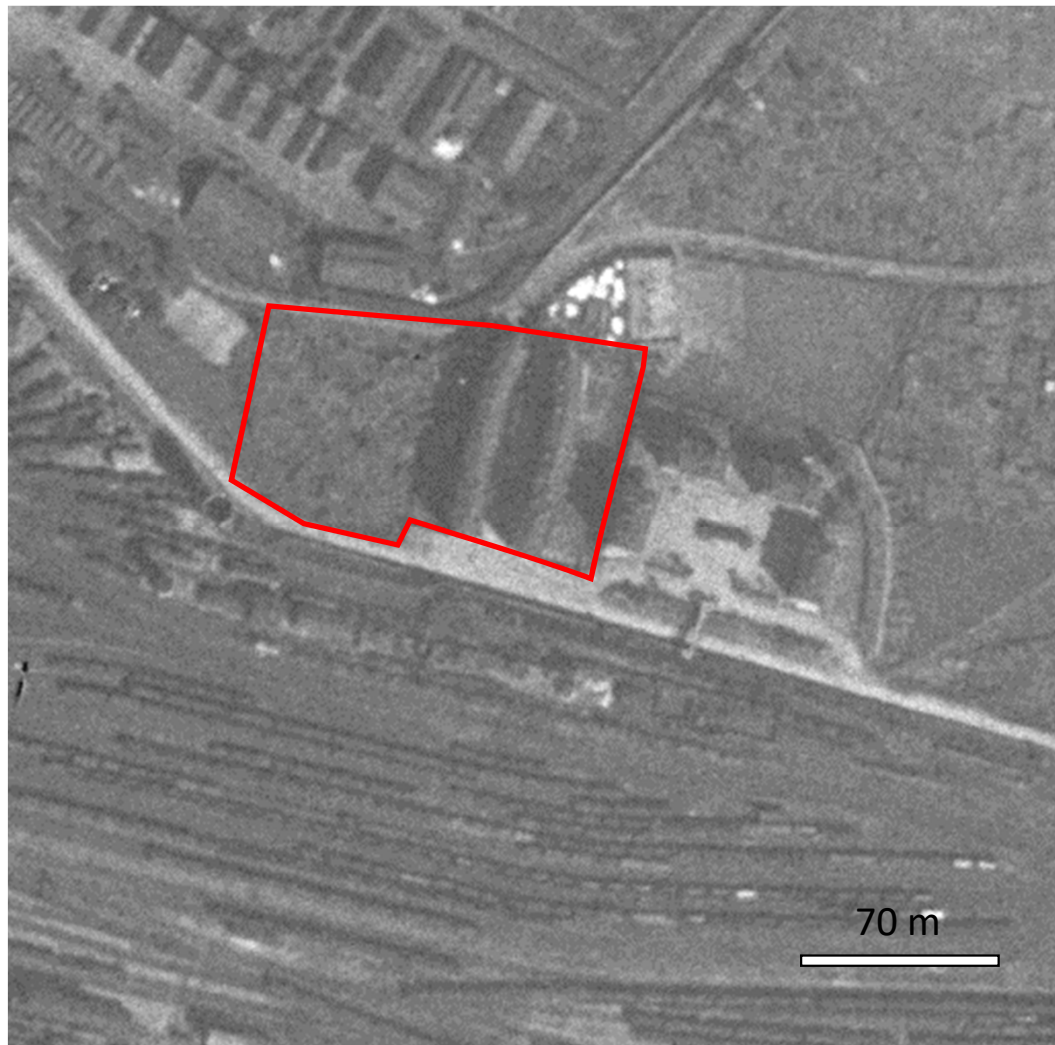
APAVE (date du plan : 1824)





1930

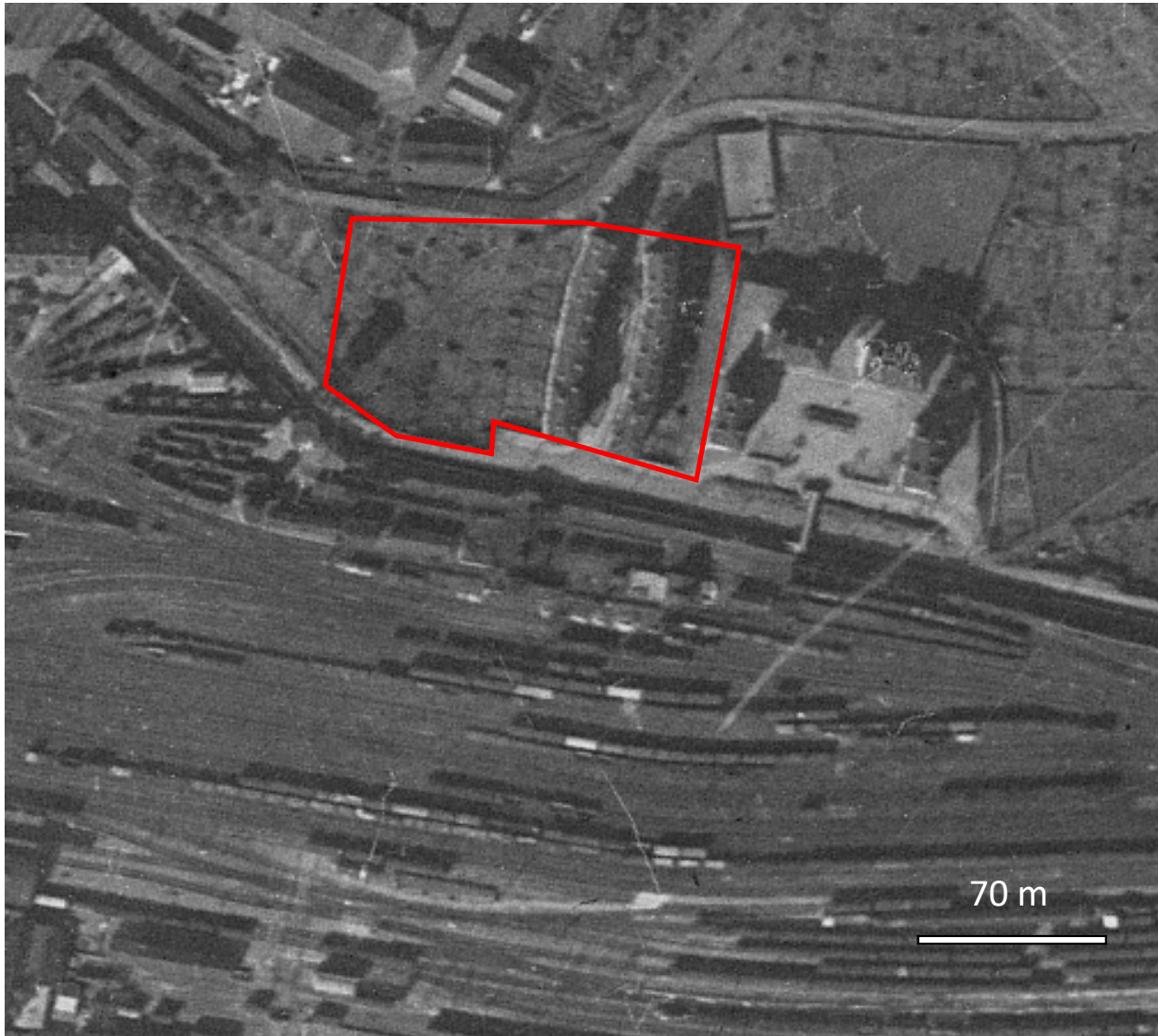
70 m



1938

70 m





1942

70 m



1950

70 m



1953



1958





1960





1964

70 m



1970



1988



1996

70 m



2013





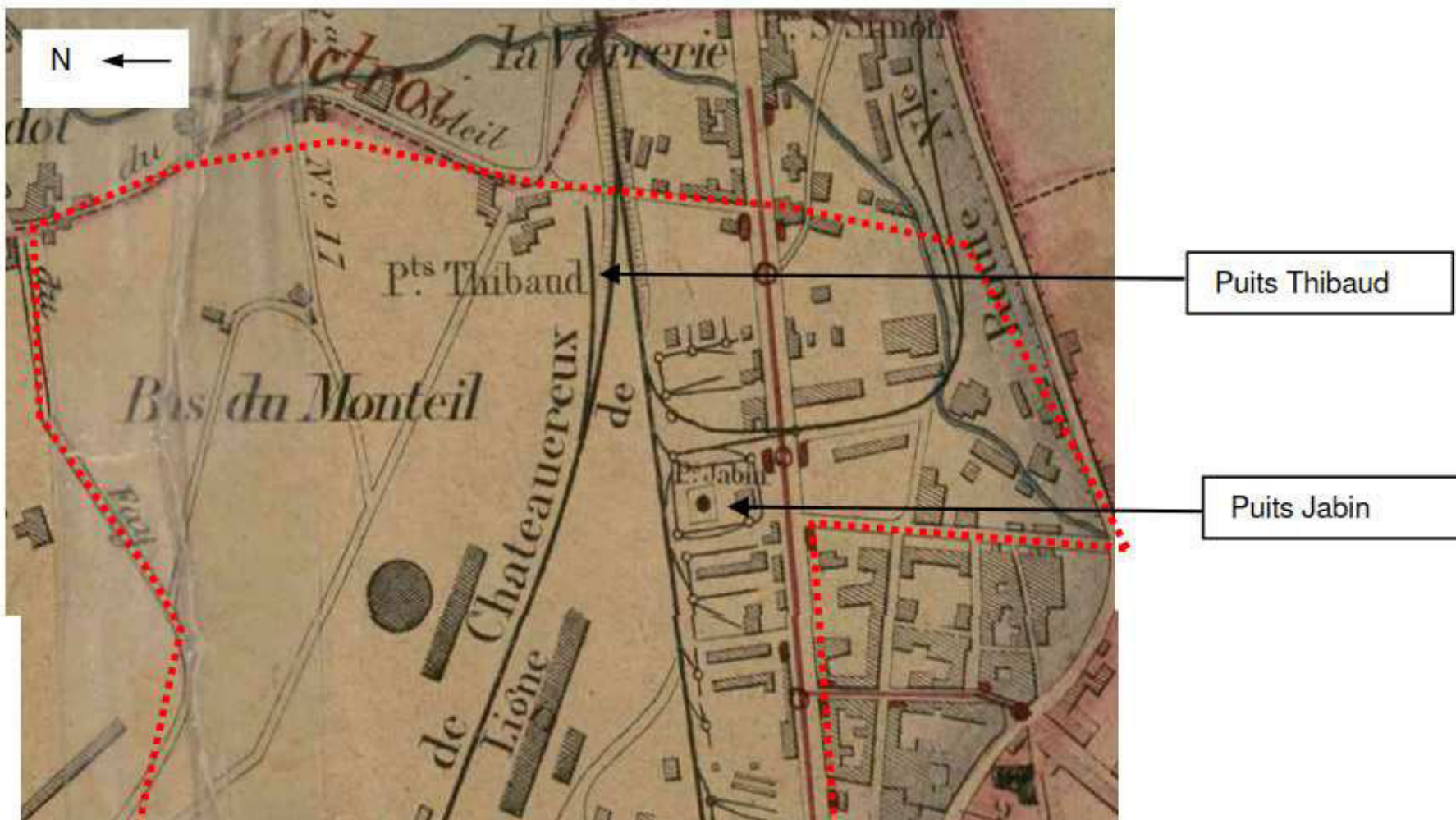
2019





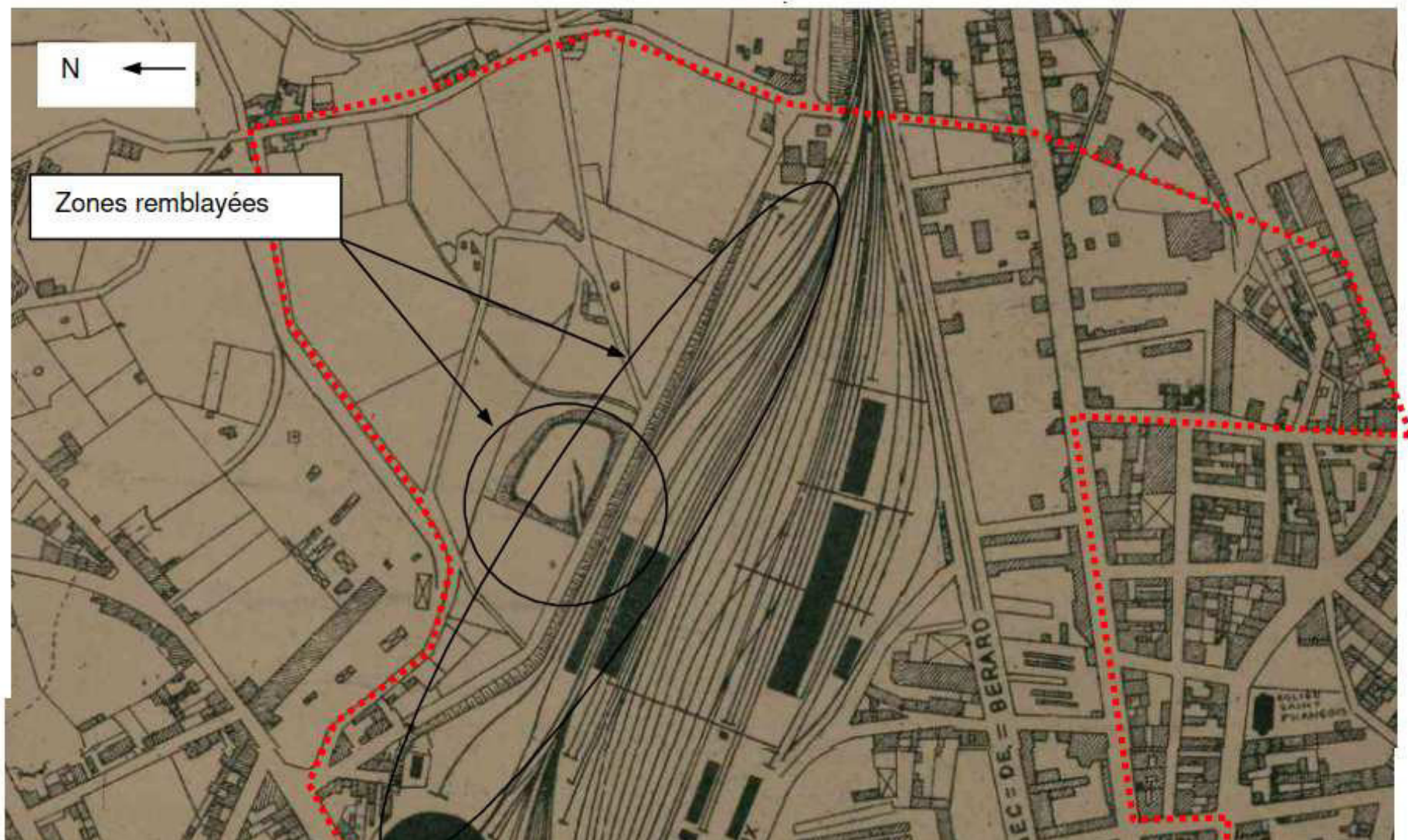
2019

Plans et documents anciens

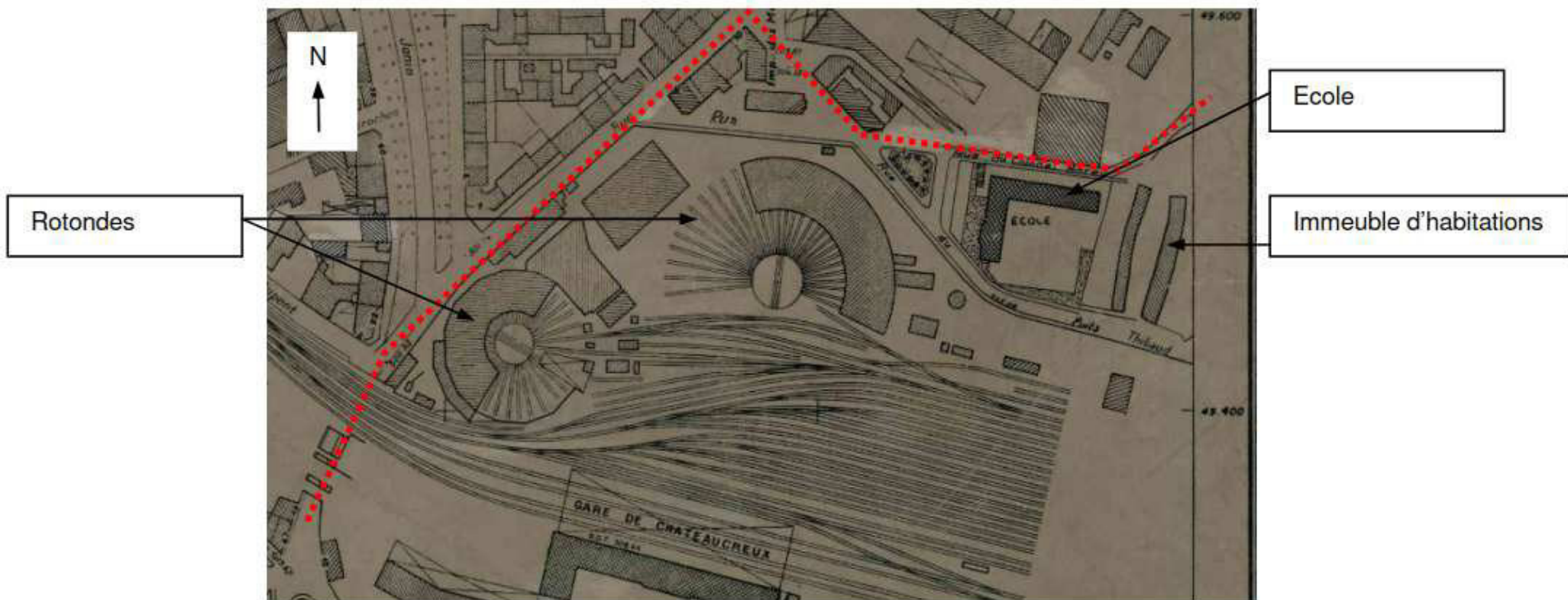


Source EPORA 2011





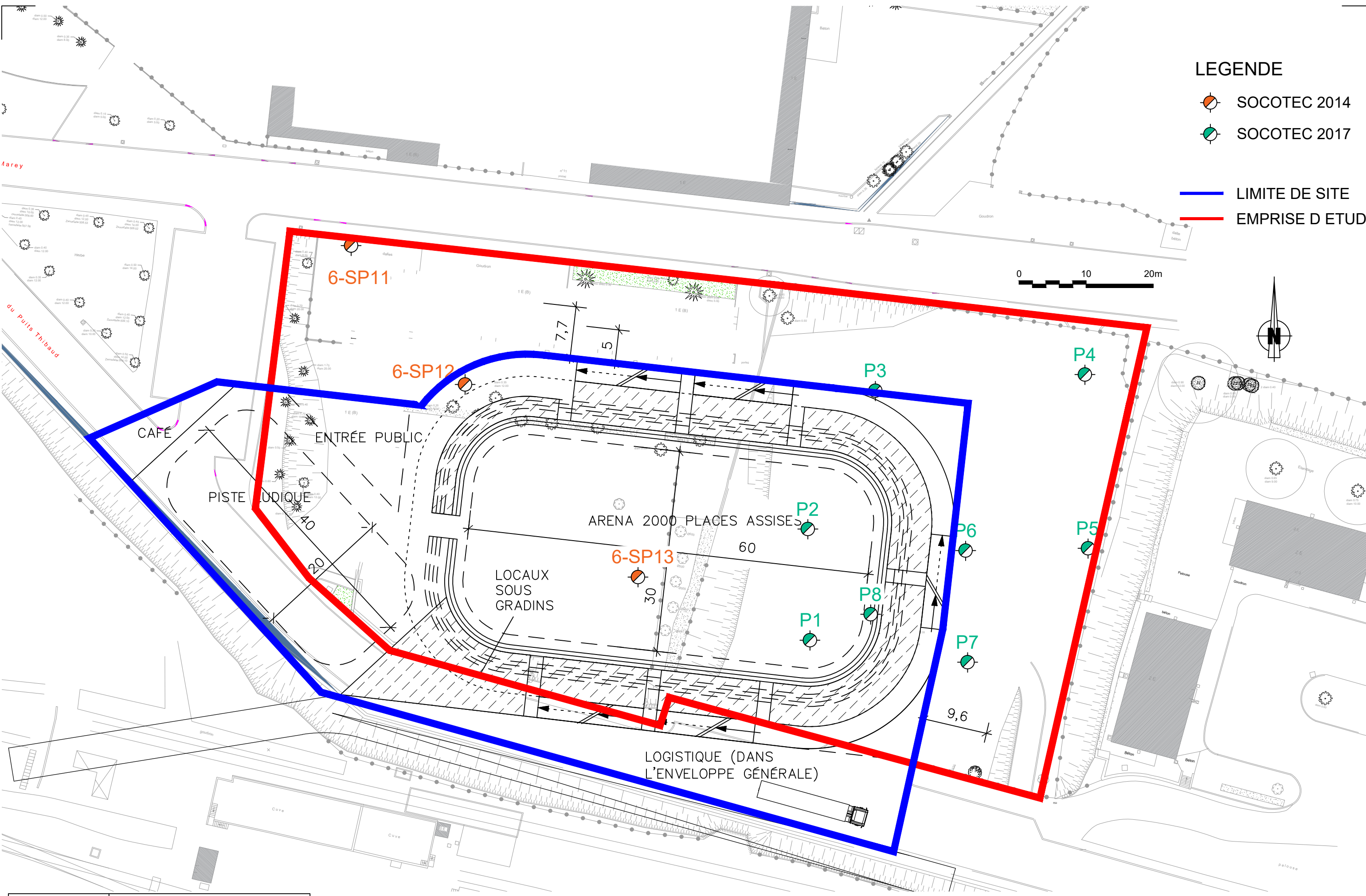
Source EPORA 2011





Source EPORA 2011

## **ANNEXE 6 : PLAN DE LOCALISATION DES INVESTIGATIONS**






LEGENDE

-  SOCOTEC 2014
-  SOCOTEC 2017

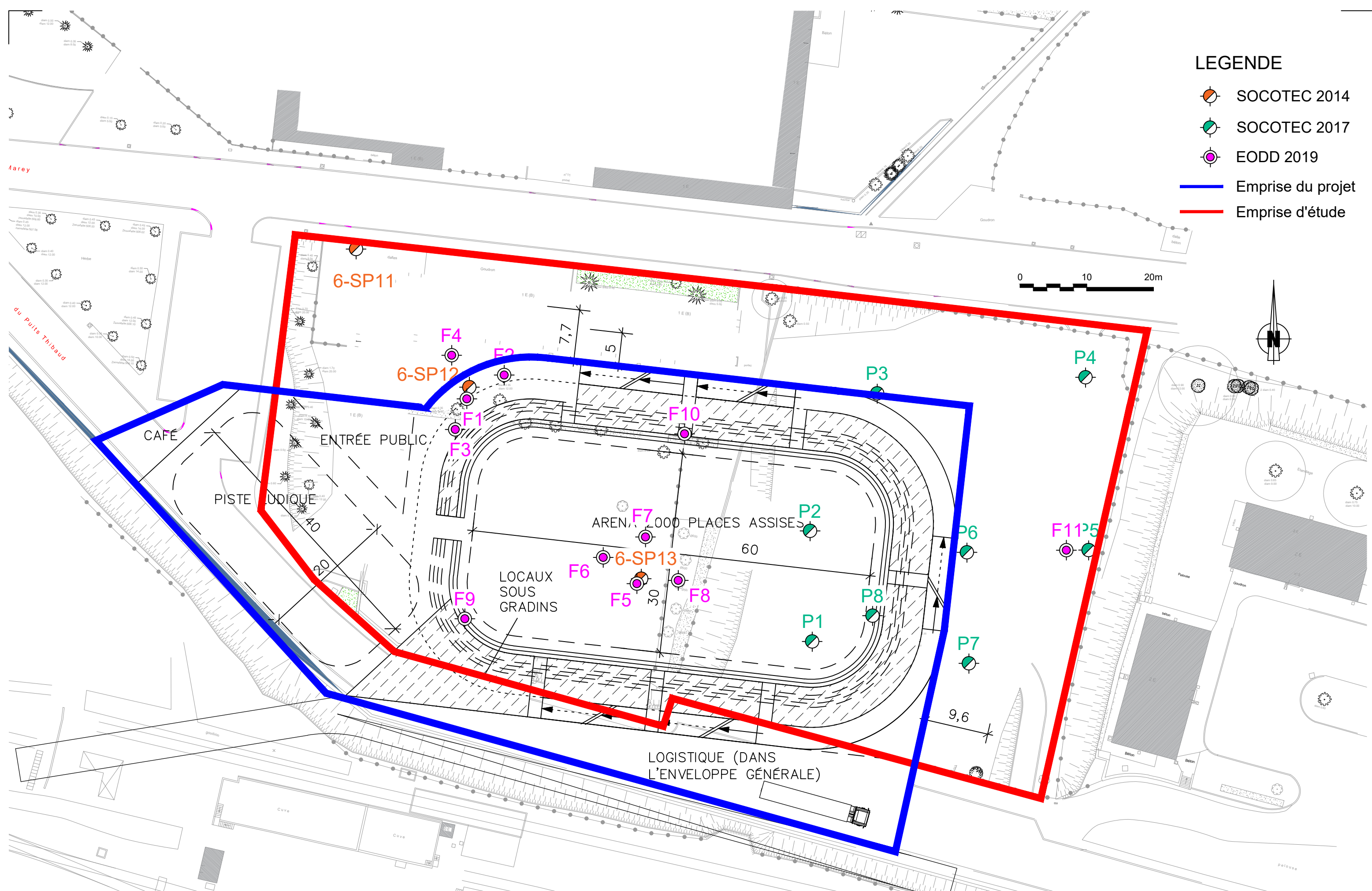
-  LIMITE DE SITE
-  EMPRISE D ETUDE



**EODD**  
ingénieurs conseils  
15/19, rue Jean Bourgey  
69100 VILLEURBANNE  
Tél: 04.72.76.06.90 Fax: 04.72.76.06.99  
www.eodd.fr  
contact@eodd.fr

EPASE - Patinoire  
Saint Etienne - 42  
Plan de localisation des investigations complémentaires

MANDAT	DATE	REFERENCE	INDICE
P02429.06	20/11/2019	EL7Pe_16_287	0



LEGENDE

- SOCOTEC 2014
- SOCOTEC 2017
- EODD 2019
- Emprise du projet
- Emprise d'étude

**EODD**  
ingénieurs conseils  
15/19, rue Jean Bourgey  
69100 VILLEURBANNE  
Tél: 04.72.76.06.90 Fax: 04.72.76.06.99  
www.eodd.fr  
contact@eodd.fr

EPASE - Patinoire  
Saint Etienne - 42  
Plan de localisation des investigations complémentaires

MANDAT	DATE	REFERENCE	INDICE
P02429.06	20/11/2019	EL7Pe_16_287	0

## **ANNEXE 7 : SYNTHÈSE DES RESULTATS D'ANALYSE SUR LES SOLS (2016-2017)**



Extrait du rapport :

« Rapport d’essai – Sites et sols pollués – Prélèvements, mesures, observations et analyses Mission codifiée A200 selon la norme NF X31-620 Site : Parcelle NEOLIA – Base vie projet Tramway » :

	Infrastructures sondées						Maillage									
	Unités	Fonds géochimiques			Arrêté du 12/12/2014 (g)	Incertitudes des analyses du laboratoire en %	LD	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
		valeur sol « ordinaires » <sup>(a)</sup>	Fond géochimique local <sup>(b)</sup>	anomalies naturelles modérées <sup>(b)</sup>	Seuil déchets inertes			(0-1)	(0-1)	(0-1)	(0-1)	(0-1)	(0-1)	(0-1)	(0-1)	
Métaux lourds																
antimoine	mg/kg MS	1,91(f)			valeur non déterminée	26	<1	<1	1,1	<1	1,4	3,6	<1	<1	<1	
arsenic	mg/kg MS	1 à 25	47,7	30 à 60		14	<4	54	91	25	40	320	14	19	27	
baryum	mg/kg MS	300-500 <sup>(c)</sup>				23	<20	110	110	69	160	180	120	110	80	
cadmium	mg/kg MS	0,05 à 0,45	1,2	0,7 à 2		10	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,41	<0,2	<0,2	<0,2	
chrome	mg/kg MS	10 à 90	55,7	90 à 150		12	<10	14	13	15	29	43	30	25	13	
cuivre	mg/kg MS	2 à 20	22,4	20 à 62		12	<5	10	11	7,7	19	31	12	14	10	
mercure	mg/kg MS	0,02 à 0,10	0,1	0,15 à 2,3		19	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	0,23	<0,05	
plomb	mg/kg MS	9 à 50	62,7	60 à 90		12	<10	14	15	<10	44	30	14	24	14	
molybdène	mg/kg MS	4 <sup>(c)</sup>				21	<0,5	1,1	1,4	0,81	1,1	1	<0,05	0,69	0,71	
nickel	mg/kg MS	2 à 60	25,5	60 à 130		12	<3	12	12	13	18	29	18	6	11	
sélénium	mg/kg MS	0,10 à 0,70	Valeur non déterminée			27	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
zinc	mg/kg MS	10 à 100	111,5	100 à 205		20	<20	66	65	32	90	92	72	69	42	
BTEX																
benzène	mg/kg MS	Valeur non déterminée			valeur non déterminée	15	0,05	0,1	0,12	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,16	
toluène	mg/kg MS	Valeur non déterminée				15	0,05	0,18	0,25	0,13	<0,05	<0,05	0,06	0,1	0,19	
éthylbenzène	mg/kg MS	Valeur non déterminée				15	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
orthoxyène	mg/kg MS	Valeur non déterminée				16	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
para- et métaxyène	mg/kg MS	Valeur non déterminée				28	0,05	0,18	0,19	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,14	
Somme Xylènes	mg/kg MS	Valeur non déterminée				28	0,05	0,18	0,19	0,11	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,14	
Somme des BTEX	mg/kg MS	Valeur non déterminée			6	28	0,2	0,46	0,56	0,3	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	0,49	
HYDROCARBURES TOTAUX																
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	valeur non déterminée			500	28	20	190	90	40	35	<20	170	60	240	
Fraction C10-C12	mg/kg MS	valeur non déterminée				valeur non déterminée	--	4	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	
Fraction C12-C16	mg/kg MS	valeur non déterminée					--	4	<5	5,7	<5	<5	<5	<5	7,8	
Fraction C16-C21	mg/kg MS	valeur non déterminée					--	2	12	77	9	<5	<5	12	7,6	16
Fraction c21-C40	mg/kg MS	valeur non déterminée					--	2	180	90	33	35	15	160	53	220
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES																
naphtalène	mg/kg Ms	0,18 €			valeur non déterminée	33	0,02	0,24	0,24	0,23	0,06	0,07	<0,02	0,22	0,13	
acénaphtylène	mg/kg Ms	0,054 <sup>(e)</sup>				33	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
acénaphène	mg/kg Ms	0-0,0125 <sup>(e)</sup>				33	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
fluorène	mg/kg Ms	0,00477-0,0435 <sup>(e)</sup>				20	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	<0,02	<0,02	0,03	
phénanthrène	mg/kg Ms	0,132-0,216 <sup>(e)</sup>				20	0,02	0,32	0,34	0,46	0,29	0,24	0,05	0,18	0,4	
anthracène	mg/kg Ms	0,0168-0,0265 <sup>(e)</sup>				20	0,02	0,02	0,03	0,11	0,04	0,05	<0,02	0,02	0,03	
fluoranthène	mg/kg Ms	0,292-0,510 <sup>(e)</sup>				20	0,02	0,21	0,26	0,45	0,37	0,35	0,06	0,13	0,29	
pyrène	mg/kg Ms	0,219-0,334 <sup>(e)</sup>				20	0,02	0,14	0,18	0,25	0,27	0,29	0,05	0,09	0,21	
benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	0,127-0,217 <sup>(e)</sup>				13	0,02	0,08	0,1	0,2	0,19	0,19	0,03	0,09	0,12	
chrysène	mg/kg Ms	0,196-0,343 <sup>(e)</sup>				13	0,02	0,11	0,13	0,19	0,19	0,21	0,03	0,08	0,16	
benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	0,161-0,321 <sup>(e)</sup>				13	0,02	0,11	0,12	0,18	0,26	0,29	0,05	0,12	0,13	
benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	0,0727-0,143 <sup>(e)</sup>				13	0,02	0,05	0,05	0,08	0,11	0,13	0,02	0,05	0,06	
benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	0,2 <sup>€</sup> / 0,126-0,284 <sup>(e)</sup>				13	0,02	0,05	0,04	0,09	0,16	0,17	0,03	0,05	0,07	
dibenzo(ah)anthracène	mg/kg Ms	0,0164-0,0287 <sup>(e)</sup>				17	0,02	<0,02	<0,02	0,03	0,04	0,04	<0,02	0,02	0,02	
benzo(ghi)peryène	mg/kg Ms	0,166-0,351 <sup>(e)</sup>				17	0,02	0,04	0,04	0,05	0,11	0,13	0,03	0,05	0,06	
indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	0,116-0,223 <sup>€</sup>				17	0,02	0,04	0,03	0,06	0,11	0,13	0,02	0,05	0,06	
HAP (EPA) - somme	mg/kg Ms	1 à 3 <sup>(d)</sup> / 3-3,3 <sup>€</sup>			50	21	0,32	1,4	1,6	2,4	2,2	2,3	0,37	1,1	1,8	
Composés Organo Halogénés Volatils																
1,2-dichloroéthane	mg/kg MS	valeur non déterminée			valeur non déterminée	24	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
1,1-dichloroéthane	mg/kg MS	valeur non déterminée				31	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
cis-1,2-dichloroéthène	mg/kg MS	valeur non déterminée				14	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
trans-1,2-dichloroéthylène	mg/kg MS	valeur non déterminée				18	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
dichlorométhane	mg/kg MS	valeur non déterminée				18	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
1,2-dichloropropane	mg/kg MS	valeur non déterminée				16	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
1,3-dichloropropène	mg/kg MS	valeur non déterminée				33	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
tétrachloroéthylène	mg/kg MS	valeur non déterminée				27	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
tétrachlorométhane	mg/kg MS	valeur non déterminée				31	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg MS	valeur non déterminée				25	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
trichloroéthylène	mg/kg MS	valeur non déterminée				20	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
chloroforme	mg/kg MS	valeur non déterminée				14	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
chlorure de vinyle	mg/kg MS	valeur non déterminée				62	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
hexachlorobutadiène	mg/kg MS	valeur non déterminée				24	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
bromoforme	mg/kg MS	valeur non déterminée				33	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
PCB																
PCB (28)	µg/kg Ms	0,25 (d)			valeur non déterminée	17	1	<1,2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1,1	
PCB (52)	µg/kg Ms	0,14 (d)				20	1	<1,4	<1	<1	<1	<1	1,3	<1	<1,2	
PCB (101)	µg/kg Ms	0,01(d)				20	1	<1,1	1,5	<1	1,6	<1	1,5	1,6	<1,0	
PCB (118)	µg/kg Ms	0,45 (d)				20	1	<1,3	1,2	<1	2,7	<1	1,5	1,3	<1,2	
PCB (138)	µg/kg Ms	0,9-0,36 (d)				30	1	<1,2	3,2	<1	2	<1	2,4	5,9	<1,1	
PCB (153)	µg/kg Ms	0,23 (d)				30	1	<1	4	<1	1,7	<1	2	5,3	<1	
PCB (180)	µg/kg Ms	0,06 (d)				30	1	<1,2	3,2	<1	1,2	<1	<1	4,5	<1,1	
Somme des 7 PCB	µg/kg Ms	0,09-1,5 (d)			1000	19	7	<8,4	13	<7	9,2	<7	8,7	19	<7,7	
Carbone organique Total - Sur Brut																
COT	mg/kg Ms	valeur non déterminée			30 000 <sup>(b)</sup>	50	2000	85000	76000	24000	30000	44000	7800	11000	27000	

- **En gras surligné en gris** : valeurs supérieures au fond géochimiques ou au bruit de fond.
- **Souligné** : les valeurs mesurées ne dépassant pas les valeurs guides mais qui sont au-dessus des seuils de détection et qui correspondent à des substances toxiques et volatiles.
- **En orange** : ces points présentent une légère anomalie par rapport au bruit de fond pris en référence. La valeur demeure toutefois du même ordre de grandeur et est

## **ANNEXE 8 : COUPES LITHOLOGIQUES DES SONDAGES**



Généralités					SONDAGE N° F1	
Affaire: N°	P02429.06	Nom: Epase - Ilot patinoire				
Opérateur	SPE	Date	21/11/2019	Heure	11h30	<input checked="" type="checkbox"/> relevé GPS (site) en RGF 93 CC 46
Météo	couvert	Localisation à partir	<input type="checkbox"/> relevé géomètre si dispo : x : 1 809 664.78 y : 5 139 291,126			
Cote sol z	551.674 m	mesuré	<input checked="" type="checkbox"/>	estimé	<input type="checkbox"/>	Nom sous-traitant : Sic Infra42
Cote repère	m	Nature repère	Sol	Machine / méthode		Pelle mécanique

Cote	Description et interprétation	Eau	PID Type :	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite	
					<del>Echantillon analysé</del>	P
0	Enrobé					0
	Remblais brun sableux avec graves et gros blocs de briques et de ciment - géotextile à -1m.		0		F1 (0.2-1) ISDI	1
	Remblais brun foncé avec morceau de géotextile		0		F1 (1-2)	2
	Même remblais mais plus humide à partir de 2m		0		F1 (2-3)	3
3	Fin de sondage	V				
4						

Transport et livraison au laboratoire		
Conditionnement flacons :	glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/> autre : <input type="checkbox"/>	Blanc de transport : <input type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD :	oui : <input type="checkbox"/> non : <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par navette ou transporteur express : <input checked="" type="checkbox"/>
Laboratoire d'analyses :	Wessling	Date et heure de livraison au labo : cf. bordereau analyse
Analyses prévues : cf. bordereau analyse		

Généralités				SONDAGE N° F2	
Affaire: N°	P02429.06	Nom: Epase - llot patinoire			
Opérateur	SPE	Date	21/11/2019	Heure	13h40
Météo :	couvert	relevé GPS (site) en RGF 93 CC46			
Localisation à partir :		relevé géomètre si dispo : x : 1809670, 369		y : 5 139 294.685	
Cote sol z :	551.649 m	mesuré	<input checked="" type="checkbox"/>	estimé	<input type="checkbox"/>
Cote repère :		m	Nature repère :	Sol	Machine / méthode : Pelle mécanique
Cote	Description et interprétation	Eau	PID Type :	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite
0	Enrobé				<del>Echantillon analysé</del> P 0
	Remblais brun sableux avec graves et gros blocs de briques et de ciment set morceaux de géotextiles		0		F2 (0.2-1)
1	Remblais brun foncé avec morceaux de briques et gros blocs		0		F2 (1-2)
2	Remblais noirs sableux		0		F2 (2-2.5)
	Schiste rouge	V			
3	Argiles limoneuses grises - verdâtres TN				
	Fin de sondage				
4					

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement flacons :	glacières réfrigérées :	<input checked="" type="checkbox"/>	autre <input type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD :	oui :	<input type="checkbox"/>	non : <input checked="" type="checkbox"/>
Laboratoire d'analyses :	Wessling	Date et heure de livraison au labo :	cf. bordereau analyse
Analyses prévues : cf. bordereau analyse			

Généralités				SONDAGE N° F3	
Affaire: N°	P02429.06	Nom: Epase - Ilot patinoire			
Opérateur	SPE	Date 21/11/2019	Heure : 14h30	relevé GPS (site) en RGF 93 CC 46	
Météo :	couvert	Localisation à partir :	relevé géomètre	si dispo : x : 1 809 663,022 y : 5 139 286.526	
Cote sol z :	551.838 m	mesuré	estimé	Nom sous-traitant : Sic Infra42	
Cote repère :	m	Nature repère :	Sol	Machine / méthode : Pelle mécanique	
Cote	Description et interprétation	Eau	PID Type : .....	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite
0	Enrobé				<del>Echantillon analysé</del> P 0
1	Remblais brun clairs avec morceaux de bois et gros blocs de ciment + ferailles et géotextile		0		F3 (0.2-1) 1
2	Remblais bruns plus foncé avec gros blocs de ciment et morceaux de briques  plus gros blocs en profondeur	V	0		F3 (1-2) 2
3	Fin de sondage car eau  NB : eau légèrement irisée				3
4					4

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement flacons :	glacières réfrigérées :	<input checked="" type="checkbox"/> autre <input type="checkbox"/>	Blanc de transport <input type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD :	oui : <input type="checkbox"/> non : <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par navette ou transporteur express <input checked="" type="checkbox"/>	
Laboratoire d'analyses :	Wessling	Date et heure de livraison au labo : cf. bordereau analyse	
Analyses prévues : cf. bordereau analyse			

Cote	Description et interprétation	Eau	PID Type : .....	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite	
					<del>Echantillon analysé</del>	P
0	Enrobé					
	Remblais brun clairs avec gros blocs de ciment + ferailles et géotextile		0		F4 (0.2-1)	
1	Remblais bun plus foncé avec briques et morceaux de béton		0		F4 (1-2)	
2	Remblais brun sableux foncé avec morceaux de ferailles et gros blocs mélangés au schiste rouge				F4 (2-2.7)	
	FS eau	V				
3	Argiles limoneuse beige/ocre en zone saturée					
4						

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement flacons :	glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/>	autre : <input type="checkbox"/>	Blanc de transport : <input type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD :	oui : <input type="checkbox"/> non : <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par navette ou transporteur express : <input checked="" type="checkbox"/>	
Laboratoire d'analyses :	Wessling	Date et heure de livraison au labo :	cf. bordereau analyse
Analyses prévues :	cf. bordereau analyse		

Généralités				SONDAGE N° F5	
Affaire: N°	P02429.06	Nom:	Epase - Ilot patinoire		
Opérateur	SPE	Date	22/11/2019	Heure : 11h06	<input checked="" type="checkbox"/> relevé GPS (site) en RGF 93 CC46
Météo :	couvert	Localisation à partir :	<input type="checkbox"/> relevé géomètre si dispo : x : 1 809 690.183 y : 5 139 263.786		
Cote sol z :	550.992 m	mesuré	<input checked="" type="checkbox"/>	estimé	<input type="checkbox"/> Nom sous-traitant : Sic Infra42
Cote repère :	m	Nature repère :	Sol	Machine / méthode : Pelle mécanique	

Cote	Description et interprétation	Eau	PID Type : .....	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite	
0			0		<del>Echantillon analysé</del>	P
	Enrobé					0
	Remblais brun clair avec nombreuses graves et géotextile					F5 (0.15-1) ISDI
	Dalle					
	Remblais plus foncé avec morceaux de briques					F5 (1-1.3)
1	Fin de sondage car eau	V				
2						
3						
4						

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement flacons :	glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/>	autre : <input type="checkbox"/>	Blanc de transport : <input type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD :	oui : <input type="checkbox"/>	non : <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par navette ou transporteur express : <input checked="" type="checkbox"/>
Laboratoire d'analyses :	Wessling	Date et heure de livraison au labo :	cf. bordereau analyse
Analyses prévues : cf. bordereau analyse			



Généralités				SONDAGE N° F6			
Affaire: N°	P02429.06	Nom: Epase - Ilot patinoire					
Opérateur	SPE	Date	21/11/2019	Heure	: 16h20	relevé GPS (site) en RGF 93 CC46	
Météo :	couvert	Localisation à partir :		relevé géomètre si dispo : x : ##### y : 5 139 267.328			
Cote sol z :	551.436 m	mesuré	<input checked="" type="checkbox"/>	estimé	<input type="checkbox"/>	Nom sous-traitant : Sic Infra42	
Cote repère :	m	Nature repère :	Sol	Machine / méthode : Pelle mécanique			
Cote	Description et interprétation	Eau	PID Type :	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite		
0		V	0		<del>Echantillon analysé</del>	P	0
	Enrobé						
	Remblais sableux brun clair					F6 (0,1-0,7)	
	Dalle						
	Remblais brun foncé rougeâtre avec blocs de ciment					F6 (0,8-1,3)	1
1	Fin de sondage car eau						
2							2
3							3
4							4

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement flacons :	glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/>	autre : <input type="checkbox"/>	Blanc de transport : <input type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD :	oui : <input type="checkbox"/>	non : <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par navette ou transporteur express : <input checked="" type="checkbox"/>
Laboratoire d'analyses :	Wessling	Date et heure de livraison au labo :	cf. bordereau analyse
Analyses prévues : cf. bordereau analyse			

Généralités				SONDAGE N° F7	
Affaire: N°	P02429.06	Nom: Epase - Ilot patinoire			
Opérateur	SPE	Date	21/11/2019	Heure : 16h40	relevé GPS (site) RGF 93 CC 46
Météo :	couvert	Localisation à partir :		relevé géomètre si dispo : x : 1 809 691.473 y : 5 139 270.792	
Cote sol z :	551.387 m	mesuré		estimé	
Cote repère :	m	Nature repère :	Sol	Machine / méthode : Pelle mécanique	
Cote	Description et interprétation		Eau	PID Type : .....	Equipement
					Echantillonnage P:ponctuel / C:composite
0	Enrobé				<del>Echantillon analysé</del> P 0
	Remblais sableux brun foncé			0	F7 (0,1-0,5)
	Dalle				
	Remblais brun rougeâtre				
1	Limons beige		V	0	F7 (1-1,2)
	Fin de sondage car eau				
2					
3					
4					

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement flacons :	glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/>	autre : <input type="checkbox"/>	Blanc de transport : <input type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD :	oui : <input type="checkbox"/>	non : <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par navette ou transporteur express : <input checked="" type="checkbox"/>
Laboratoire d'analyses :	Wessling	Date et heure de livraison au labo :	cf. bordereau analyse
Analyses prévues :	cf. bordereau analyse		

Généralités				SONDAGE N° F8	
Affaire: N°	P02429.06	Nom: Epase - Ilot patinoire			
Opérateur	SPE	Date	22/11/2019	Heure : 11h40	<input checked="" type="checkbox"/> relevé GPS (site) en RGF 93 CC 46
Météo :	couvert	Localisation à partir :		<input type="checkbox"/> relevé géomètre si dispo : x : 1 809 696.501 y : 5 139 263.887	
Cote sol z :	551.337 m	mesuré <input checked="" type="checkbox"/>	estimé <input type="checkbox"/>	Nom sous-traitant : Sic Infra42	
Cote repère :	m	Nature repère :	Sol	Machine / méthode : Pelle mécanique	

Cote	Description et interprétation	Eau	PID Type : .....	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite		
					<del>Echantillon analysé</del>	P	0
0	Enrobé						
	Remblais grisâtre avec nombreuses graves et briques		0		F8 (0,15-1)		1
1	Remblais noirs plus limoneux		0		F8 (1-1,2)		
	Limons beige/ocre avec briques				F8 (1,2-2)		2
2	Remblais sableux plus foncé avec briques				F8 (2-3)		
3	Fin de sondage	V					3
4							4

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement flacons :	glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/>	autre <input type="checkbox"/>	Blanc de transport : <input type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD :	oui : <input type="checkbox"/>	non : <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par navette ou transporteur express : <input checked="" type="checkbox"/>
Laboratoire d'analyses :	Wessling	Date et heure de livraison au labo :	cf. bordereau analyse
Analyses prévues :	cf. bordereau analyse		

Généralités					SONDAGE N° F9	
Affaire: N° P02429.06		Nom: Epase - Ilot patinoire				
Opérateur SPE		Date 22/11/2019	Heure : 12h	<input checked="" type="checkbox"/> relevé GPS (site)	en RGF 93 CC 46	
Météo : couvert		Localisation à partir : <input type="checkbox"/> relevé géomètre		si dispo : x : 1 809 664.476 y : 5 139 258.121		
Cote sol z : 550.813 m		mesuré <input checked="" type="checkbox"/>	estimé <input type="checkbox"/>	Nom sous-traitant : Sic Infra42		
Cote repère : m		Nature repère :	Sol	Machine / méthode : Pelle mécanique		
Cote	Description et interprétation	Eau	PID Type : .....	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite	
0		V	0	F9 (0,15-1)	<del>Echantillon analysé</del>	P
	Enrobé					0
	Remblais sables limoneux rouges (très peu de matrice) nombreuses graves et morceaux de briques					0
1	Remblais sables limoneux ocres avec briques		0			1
	Fin de sondage car niveau d'eau à -1m					
2						2
3						3
4						4

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement flacons :		glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/> autre : <input type="checkbox"/>	Blanc de transport : <input type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD :		oui : <input type="checkbox"/> non : <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par navette ou transporteur express : <input checked="" type="checkbox"/>
Laboratoire d'analyses : Wessling		Date et heure de livraison au labo : cf. bordereau analyse	
Analyses prévues : cf. bordereau analyse			

Généralités				SONDAGE N° F10	
Affaire: N°	P02429.06	Nom: Epase - Ilot patinoire			
Opérateur	SPE	Date 22/11/2019	Heure : 12h10	<input checked="" type="checkbox"/> relevé GPS (site)	en RGF 93 CC 46
Météo :	couvert	Localisation à partir :	<input type="checkbox"/> relevé géomètre	si dispo : x : 1 809 697.218 y : 5 139 285.651	
Cote sol z :	551.187 m	mesuré <input checked="" type="checkbox"/>	estimé <input type="checkbox"/>	Nom sous-traitant :	Sic Infra42
Cote repère :	m	Nature repère :	Sol	Machine / méthode :	Pelle mécanique

Cote	Description et interprétation	Eau	PID Type : .....	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite	
					<del>Echantillon analysé</del>	P
0	Enrobé					0
	Remblais sableux avec nombreuses briques+ ferailles et carrelages		0		F10 (0,15-0,8)	
1	Couches de briques					1
	Remblais sableux brun foncé avec morceaux de briques		0		F10 (1-2)	
2						2
	Limons beige/ocres		0		F10 (2-3)	
3	Fin de sondage	V				3
4						4

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement flacons :	glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/>	autre : <input type="checkbox"/>	Blanc de transport : <input type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD :	oui : <input type="checkbox"/>	non : <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par navette ou transporteur express : <input checked="" type="checkbox"/>
Laboratoire d'analyses :	Wessling	Date et heure de livraison au labo :	cf. bordereau analyse
Analyses prévues :	cf. bordereau analyse		



Généralités				SONDAGE N° F11	
Affaire: N° P02429.06		Nom: Epase - llot patinoire			
Opérateur SPE		Date 22/11/2019 Heure : 12h20		relevé GPS (site) en RGF 93 CC 46	
Météo : couvert		Localisation à partir : <input type="checkbox"/> relevé géomètre si dispo : x : 1 809 754, 742 y : 5 139 268.417			
Cote sol z : 551.191 m		mesuré <input type="checkbox"/> estimé <input type="checkbox"/>		Nom sous-traitant : Sic Infra42	
Cote repère : m		Nature repère : Sol		Machine / méthode : Pelle mécanique	

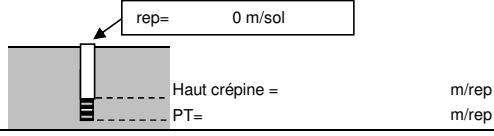
Cote	Description et interprétation	Eau	PID Type : .....	Equipement	Echantillonnage P:ponctuel / C:composite
					<del>Echantillon analysé</del>
0	Enrobé				P 0
	Remblais grisâtre avec briques et blocs de ciment		0		F11 (0,15-1)
1	Couches de briques				
	Remblais brun foncé plus limoneux avec briques		0		F11 (1-2)
2					
			0		F11 (2-3)
3	Fin de sondage (Absence d'eau)				
4					

Transport et livraison au laboratoire			
Conditionnement flacons :		glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/> autre : <input type="checkbox"/>	Blanc de transport : <input type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD :		oui : <input type="checkbox"/> non : <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par navette ou transporteur express : <input checked="" type="checkbox"/>
Laboratoire d'analyses : Wessling		Date et heure de livraison au labo : cf. bordereau analyse	
Analyses prévues :		cf. bordereau analyse	

## **ANNEXE 9 : FICHES DE PRELEVEMENT DES GAZ DU SOL (2019)**

Généralités				ECHANTILLON  CAF1
Affaire :	P02429.06	Client :	EPASE	
Opérateur :	SPE	Site :	Rue du puits Thibaud - Saint Etienne	
Date :	22/11/19			

Conditions de prélèvement				
Météo du jour :	beau <input type="checkbox"/>	couvert <input checked="" type="checkbox"/>	sec <input type="checkbox"/>	pluie faible <input checked="" type="checkbox"/> pluie forte <input type="checkbox"/>
Météo des 3 derniers jours :	sec <input type="checkbox"/>	peu de pluie <input type="checkbox"/>	pluvieux <input type="checkbox"/>	très pluvieux <input checked="" type="checkbox"/>
Météo des 20 derniers jours :	sec <input type="checkbox"/>	peu de pluie <input type="checkbox"/>	pluvieux <input checked="" type="checkbox"/>	très pluvieux <input type="checkbox"/>
T° extérieure :	°C	Humidité :	%	Pression : hPa
Mesure de fond :	extérieur site :	sur site :	Appareil utilisé :	

Description point de mesure		
Localisation du point de mesure : Partie Nord		
Coordonnées GPS (+ précision) :		Altitude (+ précision) :
Type d'ouvrage ou point de mesure :	Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diam., position de la crépine)	<b>Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau crépine, prof. totale (PT))</b> 
piézair <input type="checkbox"/> sondage équipé <input type="checkbox"/> Chambre à flux <input checked="" type="checkbox"/> autre <input type="checkbox"/> Préciser :		
Point particulier :		

Purge préalable :			
oui <input checked="" type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/>			
Capacité de l'ouvrage :	litres	Volume minimum à renouveler (norme) :	litres
Mode de purge :	pompage	Matériel utilisé pour la purge :	1 pompes Gilair 5 en parallèle
Durée :	10 minutes	Débit :	0.25 l/min
Heure de début de purge :	9h50	Heure de fin de purge :	10h30
		Volume extrait :	2.5 litres

Mesures in-situ et observations			
Mesure PID -entrée chambre à flux	oui <input checked="" type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/>	Valeur mesurée :	0 ppm
Présence de liquide :	non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>	Nature du liquide :	Niveau :
		Repère utilisé pour la mesure :	0 m/sol

Type de prélèvement de gaz				
Prélèvement actif <input checked="" type="checkbox"/>		Prélèvement passif <input type="checkbox"/>		
Prélèvement actif				Heure de début 10h40  Heure de fin 16h35
Support / contenant :	Réf pompe	Type	Nombre	
> Tube charbon actif :	<input checked="" type="checkbox"/> N° 144	CA petit modèle		
> Gel de silice :	<input type="checkbox"/>			
> Sac tedlar :	<input type="checkbox"/>			
> Autre : <input type="checkbox"/> Préciser :				
Type de pompe :	manuelle <input type="checkbox"/> électrique <input checked="" type="checkbox"/> sur réseau <input type="checkbox"/>			
Marque :	Gilian	Type :	Gilair 5	Nombre de pompe :
Temps de pompage : CA 300 min		Débit individuel :	0.2545 l/min	Volume pompé :
		76.4 litres		
Pompe étalonnée avec le montage :	oui <input checked="" type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/>			
Montage / support :	Direct : <input type="checkbox"/>	Supports en série : <input checked="" type="checkbox"/>	Supports en parallèle : <input type="checkbox"/>	
Référence du support :	Intitulé support 1 : CAF - CA Tube 1	Intitulé support 2 :	CAF1 CA - Tube 2	
Caractéristique de la ligne de prélèvement :	Nature du tuyau : silicone <input type="checkbox"/> PE : <input checked="" type="checkbox"/>	Diamètre :	mm	
Profondeur du tuyau d'aspiration :	0 m/sol	Longueur du tuyau aspiration > support :	0.2 m	

Transport et livraison au laboratoire		
Conditionnement des supports :	glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/> autre : <input type="checkbox"/>	Blanc de transport : <input type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD :	oui : <input type="checkbox"/> non : <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par navette ou transporteur express : <input checked="" type="checkbox"/>
Laboratoire d'analyses :	Wessling	Date et heure de livraison au labo :
25/11/2019		
Analyses prévues / support :	TPH/BTEXN/COHV	

Généralités				ECHANTILLON
Affaire :	P02429.06	Client :	EPASE	CAF2
Opérateur :	SPE	Site :	Rue du puits Thibaud - Saint Etienne	
Date :	22/11/19			

Conditions de prélèvement				
Météo du jour :	beau <input type="checkbox"/>	couvert <input checked="" type="checkbox"/>	sec <input type="checkbox"/>	pluie faible <input checked="" type="checkbox"/> pluie forte <input type="checkbox"/>
Météo des 3 derniers jours :	sec <input type="checkbox"/>	peu de pluie <input type="checkbox"/>	pluvieux <input type="checkbox"/>	très pluvieux <input checked="" type="checkbox"/>
Météo des 20 derniers jours :	sec <input type="checkbox"/>	peu de pluie <input type="checkbox"/>	pluvieux <input checked="" type="checkbox"/>	très pluvieux <input type="checkbox"/>
T° extérieure :	°C	Humidité :	%	Pression : hPa
Mesure de fond :	extérieur site :		sur site : Appareil utilisé :	

Description point de mesure		
Localisation du point de mesure : Partie Nord		
Coordonnées GPS (+ précision) :		Altitude (+ précision) :
Type d'ouvrage ou point de mesure :	Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diam., position de la crépine)	Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau crépine, prof. totale (PT))
<p>piézair <input type="checkbox"/></p> <p>sondage équipé <input type="checkbox"/></p> <p>Chambre à flux <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>autre <input type="checkbox"/> Préciser :</p>		
Point particulier :		

Purge préalable :			
oui <input checked="" type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/>			
Capacité de l'ouvrage :	litres	Volume minimum à renouveler (norme) :	litres
Mode de purge :	pompage	Matériel utilisé pour la purge :	2 pompes Gilair 5 en parallèle
Durée :	10 minutes	Débit :	0.25 l/min
Heure de début de purge :	10h32	Heure de fin de purge :	10h45

Mesures in-situ et observations			
Mesure PID -entrée chambre à flux	oui <input checked="" type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/>	Valeur mesurée :	0 ppm
Présence de liquide :	non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>	Nature du liquide :	Niveau : m/rep
		Repère utilisé pour la mesure :	0 m/sol

Type de prélèvement de gaz				
Prélèvement actif <input checked="" type="checkbox"/>		Prélèvement passif <input type="checkbox"/>		
Prélèvement actif				Heure de début 10h50
Support / contenant :	Réf pompe	Type	Nombre	
> Tube charbon actif :	<input checked="" type="checkbox"/> N° 222	CA petit modèle		
> Gel de silice :	<input type="checkbox"/> N° 54	HOP		
> Sac tedlar :	<input type="checkbox"/>			
> Autre : <input type="checkbox"/> Préciser :				Heure de fin 16h53
Type de pompe :	manuelle <input type="checkbox"/> électrique <input checked="" type="checkbox"/> sur réseau <input type="checkbox"/>			
Marque :	Gilian	Type :	Gilair 5	Nombre de pompe : 1
Temps de pompage :	CA 300 min	Débit individuel :	0.2545 l/min	Volume pompé : 76.4 litres
Temps de pompage :	HOP 300 min	Débit individuel :	0.405 l/min	Volume pompé : 122 litres
Pompe étalonnée avec le montage :	oui <input checked="" type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/>			
Montage / support :	Direct <input type="checkbox"/>	Supports en série : <input checked="" type="checkbox"/>	Supports en parallèle : <input type="checkbox"/>	
Référence du support :	Intitulé support 1	CA F2- CA Tube 1	Intitulé support 2	CA F2 CA - Tube 2
Référence du support :	Intitulé support 1	CA F2 - HOP Tube 1	Intitulé support 2	CA F2 CA - HOP 2
Caractéristique de la ligne de prélèvement	Nature du tuyau : silicone <input type="checkbox"/> PE : <input checked="" type="checkbox"/>	Diamètre :	mm	
Profondeur du tuyau d'aspiration :	0 m/sol	Longueur du tuyau aspiration > support :	0.2	m

Transport et livraison au laboratoire		
Conditionnement des supports :	glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/> autre : <input type="checkbox"/>	Blanc de transport : <input type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD	oui <input type="checkbox"/> non : <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par navette ou transporteur express : <input checked="" type="checkbox"/>
Laboratoire d'analyses :	Wessling	Date et heure de livraison au labo : 25/11/2019
Analyses prévues / support : TPH/BTEXN/COHV/Hg		

<p><b>ANNEXE 10 :      BORDEREAUX D'ANALYSES DU LABORATOIRE (2019)</b></p>
--



**WESSLING**

Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.  
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau  
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier  
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56  
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

WESSLING France S.A.R.L., 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

EODD INGENIEURS CONSEILS  
Madame Laure GLATARD  
Parc Gratte-ciel  
13/19 rue Jean Bourgey  
69100 VILLEURBANNE

Rapport d'essai n° :	ULY19-025140-1
Commande n° :	ULY-21284-19
Interlocuteur :	J. Moncorgé
Téléphone :	+33 474 999-633
eMail :	Jonathan.Moncorgé@wessling.fr
Date :	06.12.2019

# Rapport d'essai

## P02429.06 - 19-894

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai.

Les méthodes couvertes par l'accréditation COFRAC NF EN ISO/CEI 17025 – 2005 sont marquées d'un A au niveau de la norme.

Les résultats obtenus par ces méthodes sont accrédités sauf avis contraire en remarque.

Les portées d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire Wessling de Lyon (St Quentin Fallavier), COFRAC n°1-5578 du laboratoire Wessling de Paris (Villebon-sur Yvette) et COFRAC n°1-6579 du laboratoire Wessling de Lille (Croix) sont disponibles sur le site [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) pour les résultats accrédités par les laboratoires Wessling FRANCE.

Les essais effectués par les laboratoires allemands sont accrédités par le DAKKS sous le numéro D-PL-14162-01-00 ([www.as.dakks.de](http://www.as.dakks.de)).

Les essais effectués par le laboratoire hongrois de Budapest sont accrédités par le NAT sous le numéro NAT-1-1398 ([www.nat.hu](http://www.nat.hu)).

Les essais effectués par le laboratoire polonais de Krakow sont accrédités par le PCA sous le numéro AB 918 ([www.pca.gov.pl](http://www.pca.gov.pl)).

Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.

Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.

La conclusion ne tient pas compte des incertitudes (disponibles sur demande) et n'est pas couverte par l'accréditation.

St Quentin Fallavier, le 06.12.2019

N° d'échantillon		19-199414-01	19-199414-02	19-199414-03	19-199414-04
Désignation d'échantillon	Unité	F1 (0,2-1)	F1 (1-2)	F1 (2-3)	F2 (0,2-1)

#### Analyse physique

Matière sèche	% mass MB	86,9	83,5	79,9	85,1
---------------	-----------	------	------	------	------

#### Paramètres globaux / Indices

COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	36000			
Somme des C5	mg/kg MS				
Somme des C6	mg/kg MS				
Somme des C7	mg/kg MS				
Somme des C8	mg/kg MS				
Somme des C9	mg/kg MS				
Somme des C10	mg/kg MS				
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg MS				
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	170			
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20			
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20			
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20			
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	97			
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	35			

#### Métaux lourds

##### Eléments

Chrome (Cr)	mg/kg MS				
Nickel (Ni)	mg/kg MS				
Cuivre (Cu)	mg/kg MS				
Zinc (Zn)	mg/kg MS				
Arsenic (As)	mg/kg MS				
Cadmium (Cd)	mg/kg MS				
Mercuré (Hg)	mg/kg MS				
Plomb (Pb)	mg/kg MS				

#### Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Dichlorométhane	mg/kg MS	<0,2	<0,2	<0,2
Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	0,12	0,13	<0,1
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Trichlorométhane	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Trichloroéthylène	mg/kg MS	3,2	2,4	<0,1
Chlorure de vinyle	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des COHV	mg/kg MS	3,4	2,5	-/-

St Quentin Fallavier, le 06.12.2019

N° d'échantillon	Unité	19-199414-01 F1 (0,2-1)	19-199414-02 F1 (1-2)	19-199414-03 F1 (2-3)	19-199414-04 F2 (0,2-1)
------------------	-------	----------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------------

#### Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène	mg/kg MS	<0,1
Toluène	mg/kg MS	<0,1
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1
Cumène	mg/kg MS	<0,1
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-

#### Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Naphtalène	mg/kg MS	0,17
Acénaphthylène	mg/kg MS	<0,05
Acénaphthène	mg/kg MS	<0,05
Fluorène	mg/kg MS	0,13
Phénanthrène	mg/kg MS	0,55
Anthracène	mg/kg MS	0,53
Fluoranthène	mg/kg MS	0,23
Pyrène	mg/kg MS	0,17
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	0,12
Chrysène	mg/kg MS	0,14
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	0,17
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	0,10
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	<0,05
Indéno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	0,08
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS	0,09
Somme des HAP	mg/kg MS	2,5

#### Polychlorobiphényles (PCB)

PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-

#### Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'eau régale

#### Lixiviation

Masse totale de l'échantillon	g	77
Masse de la prise d'essai	g	20
Refus >4mm	g	20
pH		10,6 à 20,7°C
Conductivité [25°C]	µS/cm	520

St Quentin Fallavier, le 06.12.2019

N° d'échantillon	Unité	19-199414-01	19-199414-02	19-199414-03	19-199414-04
Désignation d'échantillon		F1 (0,2-1)	F1 (1-2)	F1 (2-3)	F2 (0,2-1)

#### Sur lixiviat filtré

##### Eléments

Chrome (Cr)	µg/l E/L	7,0
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	38
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50
Arsenic (As)	µg/l E/L	59
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5
Baryum (Ba)	µg/l E/L	13
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	28
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	7,0
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,2

#### Analyse physique

Résidu sec après filtration	mg/l E/L	150
-----------------------------	----------	-----

#### Cations, anions et éléments non métalliques

Chlorures (Cl)	mg/l E/L	<10
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	160
Fluorures (F)	mg/l E/L	0,5

#### Paramètres globaux / Indices

Phénol (indice)	µg/l E/L	<10
Carbone organique total (COT)	mg/l E/L	11

#### Fraction solubilisée

##### Eléments

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,002
Chrome (Cr)	mg/kg MS	0,07
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	0,38
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	0,59
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,13
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	0,28
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	0,07

#### Paramètres globaux / Indices

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	110
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1

#### Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	1600
Fluorures (F)	mg/kg MS	5,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100



St Quentin Fallavier, le 06.12.2019

N° d'échantillon		19-199414-01	19-199414-02	19-199414-03	19-199414-04
Désignation d'échantillon	Unité	F1 (0,2-1)	F1 (1-2)	F1 (2-3)	F2 (0,2-1)

**Analyse physique**

Fraction soluble	mg/kg MS	1500			
------------------	----------	------	--	--	--

St Quentin Fallavier, le 06.12.2019

N° d'échantillon		19-199414-07	19-199414-09	19-199414-12	19-199414-13
Désignation d'échantillon	Unité	F3 (0,2-1)	F4 (0,2-1)	F5 (0,15-1)	F5 (1-1,3)

#### Analyse physique

Matière sèche	% mass MB	85,1	86,3	88,2	83,6
---------------	-----------	------	------	------	------

#### Paramètres globaux / Indices

COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS
Somme des C5	mg/kg MS
Somme des C6	mg/kg MS
Somme des C7	mg/kg MS
Somme des C8	mg/kg MS
Somme des C9	mg/kg MS
Somme des C10	mg/kg MS
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg MS
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS

#### Métaux lourds

##### Eléments

Chrome (Cr)	mg/kg MS
Nickel (Ni)	mg/kg MS
Cuivre (Cu)	mg/kg MS
Zinc (Zn)	mg/kg MS
Arsenic (As)	mg/kg MS
Cadmium (Cd)	mg/kg MS
Mercurie (Hg)	mg/kg MS
Plomb (Pb)	mg/kg MS

#### Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Dichlorométhane	mg/kg MS	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	1,6
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Trichlorométhane	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Trichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1	0,12	0,23	4,1
Chlorure de vinyle	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des COHV	mg/kg MS	-/-	0,12	0,23	5,6



St Quentin Fallavier, le 06.12.2019

N° d'échantillon		19-199414-14	19-199414-16	19-199414-17	19-199414-18
Désignation d'échantillon	Unité	F6 (0,1-0,7)	F7 (0,1-0,5)	F7 (1-1,2)	F8 (0,15-1)

#### Analyse physique

Matière sèche	% mass MB	90,4	87,4	82,4	86,7
---------------	-----------	------	------	------	------

#### Paramètres globaux / Indices

COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS
Somme des C5	mg/kg MS
Somme des C6	mg/kg MS
Somme des C7	mg/kg MS
Somme des C8	mg/kg MS
Somme des C9	mg/kg MS
Somme des C10	mg/kg MS
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg MS
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS

#### Métaux lourds

##### Eléments

Chrome (Cr)	mg/kg MS
Nickel (Ni)	mg/kg MS
Cuivre (Cu)	mg/kg MS
Zinc (Zn)	mg/kg MS
Arsenic (As)	mg/kg MS
Cadmium (Cd)	mg/kg MS
Mercurie (Hg)	mg/kg MS
Plomb (Pb)	mg/kg MS

#### Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Dichlorométhane	mg/kg MS	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Trichlorométhane	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Trichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1	0,23	<0,1	<0,1
Chlorure de vinyle	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des COHV	mg/kg MS	-/-	0,23	-/-	-/-

St Quentin Fallavier, le 06.12.2019

N° d'échantillon		19-199414-19	19-199414-22	19-199414-23	19-199414-26
Désignation d'échantillon	Unité	F8 (1-1,2)	F9 (0,15-1)	F10 (0,15-0,8)	F11 (0,15-1)

#### Analyse physique

Matière sèche	% mass MB	76,4	85,2	86,1	88,5
---------------	-----------	------	------	------	------

#### Paramètres globaux / Indices

COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS		32000		30000
Somme des C5	mg/kg MS		<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C6	mg/kg MS		<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C7	mg/kg MS		<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C8	mg/kg MS		<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C9	mg/kg MS		<1,5	<1,5	<1,5
Somme des C10	mg/kg MS		<1,5	<1,5	<1,5
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg MS		<10,0	<10,0	<10,0
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS		32	480	340
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS		<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS		<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS		<20	49	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS		<20	270	180
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS		<20	130	120

#### Métaux lourds

##### Éléments

Chrome (Cr)	mg/kg MS		54	23	25
Nickel (Ni)	mg/kg MS		100	37	23
Cuivre (Cu)	mg/kg MS		48	71	40
Zinc (Zn)	mg/kg MS		110	160	130
Arsenic (As)	mg/kg MS		75	130	43
Cadmium (Cd)	mg/kg MS		<0,7	<0,8	<0,5
Mercure (Hg)	mg/kg MS		0,2	0,6	<0,1
Plomb (Pb)	mg/kg MS		46	130	38

#### Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Dichlorométhane	mg/kg MS	<0,2	<0,1	<0,1
Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	0,12
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Trichlorométhane	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Trichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	2,8
Chlorure de vinyle	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des COHV	mg/kg MS	-/-	-/-	2,9

St Quentin Fallavier, le 06.12.2019

N° d'échantillon	Unité	19-199414-19 F8 (1-1,2)	19-199414-22 F9 (0,15-1)	19-199414-23 F10 (0,15-0,8)	19-199414-26 F11 (0,15-1)
------------------	-------	----------------------------	-----------------------------	--------------------------------	------------------------------

#### Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-

#### Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Naphtalène	mg/kg MS	<0,05	0,17	0,09
Acénaphthylène	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05
Acénaphthène	mg/kg MS	<0,05	0,09	0,06
Fluorène	mg/kg MS	<0,05	0,06	<0,05
Phénanthrène	mg/kg MS	0,08	0,52	0,35
Anthracène	mg/kg MS	<0,05	0,09	0,11
Fluoranthène	mg/kg MS	0,11	0,48	0,54
Pyrène	mg/kg MS	0,08	0,37	0,44
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	0,07	0,28	0,27
Chrysène	mg/kg MS	0,07	0,30	0,26
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	0,12	0,43	0,35
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05	0,14	0,12
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	0,07	0,23	0,20
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	<0,05	<0,07	<0,06
Indéno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	<0,05	0,19	0,16
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS	<0,05	0,19	0,17
Somme des HAP	mg/kg MS	0,60	3,5	3,1

#### Polychlorobiphényles (PCB)

PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01	<0,01
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01	<0,01
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01	<0,01
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01	<0,01
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01	<0,03
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01	0,011
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01	0,011
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	0,023

#### Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'eau régale	02/12/2019	02/12/2019	02/12/2019
-------------------------------	------------	------------	------------

#### Lixiviation

Masse totale de l'échantillon	g	98	98
Masse de la prise d'essai	g	21	21
Refus >4mm	g	45	27
pH		8,3 à 21,1°C	9,3 à 20,9°C
Conductivité [25°C]	µS/cm	260	870

St Quentin Fallavier, le 06.12.2019

N° d'échantillon	Unité	19-199414-19 F8 (1-1,2)	19-199414-22 F9 (0,15-1)	19-199414-23 F10 (0,15-0,8)	19-199414-26 F11 (0,15-1)
------------------	-------	----------------------------	-----------------------------	--------------------------------	------------------------------

#### Sur lixiviat filtré

##### Eléments

Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0		5,0
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10		<10
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0		6,0
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50		<50
Arsenic (As)	µg/l E/L	<5,0		24
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10		<10
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5		<1,5
Baryum (Ba)	µg/l E/L	23		34
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10		<10
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10		<10
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0		<5,0
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1		<0,1

#### Analyse physique

Résidu sec après filtration	mg/l E/L	150		670
-----------------------------	----------	-----	--	-----

#### Cations, anions et éléments non métalliques

Chlorures (Cl)	mg/l E/L	<10		<10
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	86		480
Fluorures (F)	mg/l E/L	1,1		0,7

#### Paramètres globaux / Indices

Phénol (indice)	µg/l E/L	<10		<10
Carbone organique total (COT)	mg/l E/L	2,8		3,0

#### Fraction solubilisée

##### Eléments

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001		<0,001
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05		0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1		<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05		0,06
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5		<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,05		0,24
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1		<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015		<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,23		0,34
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1		<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1		<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05		<0,05

#### Paramètres globaux / Indices

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	28,0		30,0
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1		<0,1

#### Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	860		4800
Fluorures (F)	mg/kg MS	11		7,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100		<100



St Quentin Fallavier, le 06.12.2019

N° d'échantillon		19-199414-19	19-199414-22	19-199414-23	19-199414-26
Désignation d'échantillon	Unité	F8 (1-1,2)	F9 (0,15-1)	F10 (0,15-0,8)	F11 (0,15-1)

**Analyse physique**

Fraction soluble	mg/kg MS		1500		6700
------------------	----------	--	------	--	------



St Quentin Fallavier, le 06.12.2019

## Informations sur les échantillons

N° d'échantillon :	19-199414-01	19-199414-02	19-199414-03	19-199414-04	19-199414-07
Date de réception :	27.11.2019	27.11.2019	27.11.2019	27.11.2019	27.11.2019
Désignation :	F1 (0,2-1)	F1 (1-2)	F1 (2-3)	F2 (0,2-1)	F3 (0,2-1)
Type d'échantillon :	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
Date de prélèvement :	22.11.2019	22.11.2019	22.11.2019	22.11.2019	22.11.2019
Récipient :	2X250VB	250VB	250VB	250VB	250VB
Température à réception (C°) :	5.7°C	5.7°C	5.7°C	5.7°C	5.7°C
Début des analyses :	27.11.2019	27.11.2019	27.11.2019	27.11.2019	27.11.2019
Fin des analyses :	05.12.2019	02.12.2019	02.12.2019	02.12.2019	02.12.2019
N° d'échantillon :	19-199414-09	19-199414-12	19-199414-13	19-199414-14	19-199414-16
Date de réception :	27.11.2019	27.11.2019	27.11.2019	27.11.2019	27.11.2019
Désignation :	F4 (0,2-1)	F5 (0,15-1)	F5 (1-1,3)	F6 (0,1-0,7)	F7 (0,1-0,5)
Type d'échantillon :	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
Date de prélèvement :	22.11.2019	22.11.2019	22.11.2019	22.11.2019	22.11.2019
Récipient :	250VB	2X250VB	250VB	250VB	250VB
Température à réception (C°) :	5.7°C	5.7°C	5.7°C	5.7°C	5.7°C
Début des analyses :	27.11.2019	27.11.2019	27.11.2019	27.11.2019	27.11.2019
Fin des analyses :	02.12.2019	02.12.2019	02.12.2019	02.12.2019	02.12.2019
N° d'échantillon :	19-199414-17	19-199414-18	19-199414-19	19-199414-22	19-199414-23
Date de réception :	27.11.2019	27.11.2019	27.11.2019	27.11.2019	27.11.2019
Désignation :	F7 (1-1,2)	F8 (0,15-1)	F8 (1-1,2)	F9 (0,15-1)	F10 (0,15-0,8)
Type d'échantillon :	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
Date de prélèvement :	22.11.2019	22.11.2019	22.11.2019	22.11.2019	22.11.2019
Récipient :	250VB	250VB	250VB	2X250VB	250VB
Température à réception (C°) :	5.7°C	5.7°C	5.7°C	5.7°C	5.7°C
Début des analyses :	27.11.2019	27.11.2019	27.11.2019	27.11.2019	27.11.2019
Fin des analyses :	02.12.2019	02.12.2019	02.12.2019	03.12.2019	03.12.2019
N° d'échantillon :	19-199414-26				
Date de réception :	27.11.2019				
Désignation :	F11 (0,15-1)				
Type d'échantillon :	Sol				
Date de prélèvement :	22.11.2019				
Récipient :	2X250VB				
Température à réception (C°) :	5.7°C				
Début des analyses :	27.11.2019				
Fin des analyses :	03.12.2019				



St Quentin Fallavier, le 06.12.2019

## Informations sur les méthodes d'analyses

Paramètre	Norme	Laboratoire
Matières sèches	NF ISO 11465(A)	Wessling Lyon (F)
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au fluorisil)	NF EN ISO 16703(A)	Wessling Lyon (F)
Benzène et aromatiques	Méth. interne: "BTXHS NF EN ISO 11423-1 / NF EN ISO 22155"(A)	Wessling Lyon (F)
PCB	Méth. interne : "HAP-PCB NF EN ISO 6468 / NF ISO 18287 / NF T 90-115/ NF ISO 10382"(A)	Wessling Lyon (F)
HAP (16)	NF ISO 18287(A)	Wessling Lyon (F)
Lixiviation	Méth. interne : "LIXI NF EN 12457-2"(A)	Wessling Lyon (F)
Lixiviation	Méth. interne : "LIXI NF EN 12457-2"(A)	Wessling Lyon (F)
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C	NF T90-029(A)	Wessling Lyon (F)
Fraction soluble	Calcul d'ap. résidu sec	Wessling Lyon (F)
Carbone organique total (COT)	NF EN 1484(A)	Wessling Lyon (F)
Carbone organique total (COT)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (F)
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat	DIN EN ISO 14402 (1999-12)(A)	Wessling Lyon (F)
Indice Phénol total	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (F)
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS)	NF EN ISO 17294-2(A)	Wessling Lyon (F)
Métaux sur lixiviat	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (F)
Mercure	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (F)
Anions dissous (filtration à 0,2 µ)	Méth. interne : "ANIONS NF EN ISO 10304-1"(A)	Wessling Lyon (F)
Anions dissous (EN ISO 10304-1)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (F)
Sulfates (SO4)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (F)
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS)	NF EN ISO 17294-2(A)	Wessling Lyon (F)
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique	Méth. interne d'ap NF EN 13039	Wessling Lyon (F)
Composés organohalogénés volatils	Méth. Int. : "COHV NF EN ISO 10301/ NF EN ISO 22155"(A)	Wessling Lyon (F)
Indice hydrocarbures volatils (C5-C10)	Méth. interne : "C5-C10 BTX NF EN ISO 22155/ NF ISO 11423-1"(A)	Wessling Lyon (F)
Minéralisation à l'eau régale	Méth. interne : "MINE NF ISO 11466"(A)	Wessling Lyon (F)
Métaux	Méth. interne : "ICP-MS NF EN ISO 17294-2"(A)	Wessling Lyon (F)

St Quentin Fallavier, le 06.12.2019

## Informations sur les méthodes d'analyses

Commentaires :

Lixiviation : La prise d'essai effectuée sur l'échantillon brut en vue de la lixiviation est réalisée au carottier sans quartage préalable. La quantité de prise d'essai effectuée sur l'échantillon est de 20 g après homogénéisation, séchage et broyage en respectant le ratio 1/10

19-199414-01

Commentaires des résultats:

HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: présence de composés à point d'ébullition élevé (supérieur à C40)

Lixiviation (pH et conduct.), pH: Résultat hors champ d'accréditation : pH hors méthode car supérieur à 10

Résidu sec ap. filtr. (E/L), Résidu sec après filtration: Valeurs significativement différentes entre le résidu sec et la conductivité dû à la nature chimique de la matrice.

Valable pour tous les échantillons de la série.

Pour échantillon1 : RS : valeur confirmée par une contre-analyse

19-199414-02

Commentaires des résultats:

COHV (S), Dichlorométhane: augmentation du seuil en raison d'une pollution labo.

remarque valable pour les échantillons 02 à 19..

19-199414-22

Commentaires des résultats:

Métaux (S), Cuivre (Cu): Résultat hors champ d'accréditation dû à la contamination du blanc de minéralisation

Métaux (S), Zinc (Zn): Résultat hors champ d'accréditation dû à la contamination du blanc de minéralisation

19-199414-23

Commentaires des résultats:

HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: présence de composés à point d'ébullition élevé (supérieur à C40)

Métaux (S), Cuivre (Cu): Résultat hors champ d'accréditation dû à la contamination du blanc de minéralisation

Métaux (S), Zinc (Zn): Résultat hors champ d'accréditation dû à la contamination du blanc de minéralisation

19-199414-26

Commentaires des résultats:

Métaux (S), Cuivre (Cu): Résultat hors champ d'accréditation dû à la contamination du blanc de minéralisation

Métaux (S), Zinc (Zn): Résultat hors champ d'accréditation dû à la contamination du blanc de minéralisation

HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: présence de composés à point d'ébullition élevé (supérieur à C40)

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.

Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

Signataire Rédacteur

Léana Genevois  
Chargée de clientèle



Signataire Technique

**Jean-François CAMPENS**

Gérant





# WESSLING

Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.  
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau  
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier  
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56  
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

WESSLING France S.A.R.L., 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

EODD INGENIEURS CONSEILS  
Madame Laure GLATARD  
Parc Gratte-ciel  
13/19 rue Jean Bourgey  
69100 VILLEURBANNE

Rapport d'essai n° :	ULY19-025007-1
Commande n° :	ULY-21654-19
Interlocuteur :	J. Moncorgé
Téléphone :	+33 474 999-633
eMail :	Jonathan.Moncorgé@wessling.fr
Date :	05.12.2019

## Rapport d'essai

### P02429.06 - 19-895

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai.

Les méthodes couvertes par l'accréditation COFRAC NF EN ISO/CEI 17025 – 2005 sont marquées d'un A au niveau de la norme.

Les résultats obtenus par ces méthodes sont accrédités sauf avis contraire en remarque.

Les portées d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire Wessling de Lyon (St Quentin Fallavier), COFRAC n°1-5578 du laboratoire Wessling de Paris (Villebon-sur Yvette) et COFRAC n°1-6579 du laboratoire Wessling de Lille (Croix) sont disponibles sur le site [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) pour les résultats accrédités par les laboratoires Wessling FRANCE.

Les essais effectués par les laboratoires allemands sont accrédités par le DAKKS sous le numéro D-PL-14162-01-00 ([www.as.dakks.de](http://www.as.dakks.de)).

Les essais effectués par le laboratoire hongrois de Budapest sont accrédités par le NAT sous le numéro NAT-1-1398 ([www.nat.hu](http://www.nat.hu)).

Les essais effectués par le laboratoire polonais de Krakow sont accrédités par le PCA sous le numéro AB 918 ([www.pca.gov.pl](http://www.pca.gov.pl)).

Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.

Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.

La conclusion ne tient pas compte des incertitudes (disponibles sur demande) et n'est pas couverte par l'accréditation.



St Quentin Fallavier, le 05.12.2019

N° d'échantillon

Désignation d'échantillon	Unité	19-201728-01	19-201728-01-1	19-201728-03	19-201728-04
		CAF1 CA tube 1 CM	CAF1 CA tube 1 CC	CAF2 HOP tube 1	CAF2 HOP tube 2
Mercuré (Hg)	µg G			<0,005	<0,005
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	µg G	<1,0	<1,0		
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	µg G	<1,0	<1,0		
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	µg G	1,5	<1,0		
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	µg G	1,3	<1,0		
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	µg G	<1,0	<1,0		
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	µg G	<1,0	<1,0		
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	µg G	<1,0	<1,0		
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	µg G	<1,0	<1,0		
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	µg G	<1,0	<1,0		
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	µg G	<1,0	<1,0		
Indice Hydrocarbures Aromatiques C6-C16	µg G	<5,0	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg G	<5,0	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	µg G	<5,0	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	µg G	<5,0	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	µg G	26	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	µg G	6,6	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	µg G	14	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	µg G	6,8	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	µg G	<5,0	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	µg G	<5,0	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	µg G	<5,0	<5,0		
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	µg G	<5,0	<5,0		
Indice Hydrocarbures Aliphatiques C5-C16	µg G	54	<25		

## Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

Chlorure de vinyle	µg G	<0,2	<0,2
1,1-Dichloroéthylène	µg G	<0,2	<0,2
Dichlorométhane	µg G	<0,2	<0,2
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg G	<0,2	<0,2
1,1-Dichloroéthane	µg G	<0,2	<0,2
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg G	<0,2	<0,2
Trichlorométhane	µg G	<0,2	<0,2
Tétrachlorométhane	µg G	<0,2	<0,2
1,1,1-Trichloroéthane	µg G	<0,2	<0,2
Trichloroéthylène	µg G	0,51	<0,2
Tétrachloroéthylène	µg G	0,5	<0,2
Somme des COHV	µg G	1,0	-/-

## Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène	µg G	0,65	<0,2
Toluène	µg G	0,66	<0,2
Ethylbenzène	µg G	0,25	<0,2
m-, p-Xylène	µg G	0,85	<0,2
o-Xylène	µg G	0,4	<0,2
Cumène	µg G	<0,2	<0,2
m-, p-Ethyltoluène	µg G	<0,35	<0,2
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	µg G	0,39	<0,2
o-Ethyltoluène	µg G	<0,2	<0,2
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	µg G	0,35	<0,2
Naphtalène	µg G	<0,2	<0,2
Somme des CAV	µg G	3,55	-/-



St Quentin Fallavier, le 05.12.2019

N° d'échantillon

19-201728-05    19-201728-05-1  
CAF2 CA tube 1    CAF2 CA tube 1  
CM    CC

Désignation d'échantillon

Unité

Mercuré (Hg)	µg G		
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	µg G	1,3	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	µg G	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	µg G	1,1	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	µg G	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	µg G	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	µg G	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	µg G	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	µg G	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	µg G	<1,0	<1,0
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	µg G	<1,0	<1,0
Indice Hydrocarbures Aromatiques C6-C16	µg G	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg G	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	µg G	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	µg G	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	µg G	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	µg G	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	µg G	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	µg G	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	µg G	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	µg G	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	µg G	<5,0	<5,0
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	µg G	<5,0	<5,0
Indice Hydrocarbures Aliphatiques C5-C16	µg G	<25	<25

## Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

Chlorure de vinyle	µg G	<0,2	<0,2
1,1-Dichloroéthylène	µg G	<0,2	<0,2
Dichlorométhane	µg G	<0,2	<0,2
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg G	<0,2	<0,2
1,1-Dichloroéthane	µg G	<0,2	<0,2
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg G	<0,2	<0,2
Trichlorométhane	µg G	<0,2	<0,2
Tétrachlorométhane	µg G	<0,2	<0,2
1,1,1-Trichloroéthane	µg G	<0,2	<0,2
Trichloroéthylène	µg G	0,61	<0,2
Tétrachloroéthylène	µg G	2,3	<0,2
Somme des COHV	µg G	2,9	-/-

## Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène	µg G	1,3	<0,2
Toluène	µg G	0,87	<0,2
Ethylbenzène	µg G	0,22	<0,2
m-, p-Xylène	µg G	0,58	<0,2
o-Xylène	µg G	0,28	<0,2
Cumène	µg G	<0,2	<0,2
m-, p-Ethyltoluène	µg G	<0,2	<0,2
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	µg G	<0,2	<0,2
o-Ethyltoluène	µg G	<0,2	<0,2
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	µg G	<0,2	<0,2
Naphtalène	µg G	<0,2	<0,2
Somme des CAV	µg G	3,21	-/-



St Quentin Fallavier, le 05.12.2019

## Informations sur les échantillons

N° d'échantillon :	19-201728-01	19-201728-01-1	19-201728-03	19-201728-04	19-201728-05
Date de réception :	29.11.2019	29.11.2019	29.11.2019	29.11.2019	29.11.2019
Désignation :	CAF1 CA tube 1 CM	CAF1 CA tube 1 CC	CAF2 HOP tube 1	CAF2 HOP tube 2	CAF2 CA tube 1 CM
Type d'échantillon :	Gaz du sol	Gaz du sol	Gaz du sol	Gaz du sol	Gaz du sol
Date de prélèvement :	22.11.2019	22.11.2019	22.11.2019	22.11.2019	22.11.2019
Récipient :	CA		CARULITE	CARULITE	CA
Température à réception (C°) :	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4
Début des analyses :	29.11.2019	29.11.2019	29.11.2019	29.11.2019	29.11.2019
Fin des analyses :	04.12.2019	04.12.2019	04.12.2019	04.12.2019	04.12.2019

N° d'échantillon :	19-201728-05-1
Date de réception :	29.11.2019
Désignation :	CAF2 CA tube 1 CC
Type d'échantillon :	Gaz du sol
Date de prélèvement :	22.11.2019
Récipient :	
Température à réception (C°) :	12.4
Début des analyses :	29.11.2019
Fin des analyses :	04.12.2019





St Quentin Fallavier, le 05.12.2019

## Informations sur les méthodes d'analyses

Paramètre	Norme	Laboratoire
Benzene et aromatiques (CAV-BTEX)	Méth. int. : "TPH GAZ NF ISO 16200-1 MétroPol M-188"(A)	Wessling Lyon (F)
Hydrocarbures halogénés volatils	Méth. int. : " TPH GAZ NF ISO 16200-1 MétroPol M188"(A)	Wessling Lyon (F)
Indice hydrocarbures volatils C6 à C16	Méth. int. : "TPH GAZ NF ISO 16200-1 Metropol M188 "(A)	Wessling Lyon (F)
Mercuré total (Emission)	DIN EN 13211 (2001-06 und 2005-6)(A)	Wessling Budapest (HU)

### Commentaires :

19-201728-01

Commentaires des résultats:

COHV CS2, Somme des COHV: Résultat hors champ d'accréditation : Prélèvement non effectué sur CA anasorb.

Remarque valable pour toutes les analyses réalisées sur tous les échantillons

Les résultats fournis et les limites de quantification indiquées ne prennent pas en compte le rendement de désorption du support.

Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction d'interférences chimiques.

Signataire Rédacteur

**Jonathan MONCORGE**

Chargé de Clientèle

Signataire Technique

**Jean-François CAMPENS**

Gérant

## **ANNEXE 11 :      TABLEAU DES BORNES R1, R2 ET R3**

Substances	Borne R1 (µg/m³)	Source R1	Borne R2 (µg/m³)	Source R2	Borne R3 (µg/m³)	Source R3
<b>CAV</b>						
Benzène	2	Décret 2011	10	Valeur d'action rapide HCSP 2010	30	VGAI Court terme (AFSSET, 2008)
Toluène	20 000	VTR chronique pour les effets à seuil ANSES 2017	21 000	VTR aiguë ATSDR 2017	21 000	VGAI Court terme (ANSES, 2017)
Ethylbenzène	1 500	VGAI long terme ANSES 2016	15 000	10 x R1	22 000	VGAI Court terme (ANSES, 2016)
Xylènes totaux	200	VTR chronique à seuil ATSDR 2007 (choix ANSES 2010)	2 000	10 x R1	8 800	VTR aiguë (1 à 14j) (ATSDR, 2007)
Naphtalène	10	Valeur repère pour les effets à seuil HSPC 2012	50	Valeur d'action rapide HCSP 2012	-	Pas de valeur
<b>COHV</b>						
Cis-1,2-dichloroéthène	60	VTR chronique à seuil RIVM 2007	600	10 x R1	-	Pas de valeur
Dichlorométhane	10	VTR chronique pour les effets sans seuil (OEHA, 2009)	100	10 x R1	2 100	VTR aiguë (ATSDR, 2000)
Tétrachloroéthylène	250	Valeur repère pour les effets à seuil HCSP 2010	1 250	Valeur d'action rapide HCSP 2010	1 380	VGAI court terme (ANSES, 2010)
Tétrachlorométhane	0.24	VTR chronique pour les effets sans seuil OEHA 2011	2.4	10 x R1	190	VTR intermédiaire ATSDR 2005
1, 1, 1-Trichloroéthane	1 000	VTR chronique pour les effets à seuil OEHA 2005	5 500	VTR court terme pour les effets à seuil US-EPA 2007	5 500	R3=R2
Trichloroéthylène	2	Valeur repère pour les effets sans seuil HSPC 2012	10	Valeur d'action rapide HCSP 2012	3200	VTR ANSES subchronique 2018
Trichlorométhane (chloroforme)	63	VTR chronique ANSES 2017	150	VTR aiguë ATSDR 1997	150	R3=R2
Chlorure de vinyle	2,6	VTR chronique pour les effets sans seuil ANSES 2012	26	10 x R1	1300	VTR aiguë (ATSDR, 2006)
Bromoforme	10	VTR chronique pour les effets sans seuil US EPA 1991	100	10 x R1	-	Pas de valeur
<b>Hydrocarbures totaux</b>						

Substances	Borne R1 (µg/m³)	Source R1	Borne R2 (µg/m³)	Source R2	Borne R3 (µg/m³)	Source R3
Fraction aromatique >C8-C10	200	VTR chronique pour les effets à seuil (TPHCWG, 1999)	2 000	10 * R1	-	Pas de valeur
Fraction aromatique >C10-C12	200	VTR chronique pour les effets à seuil (TPHCWG, 1999)	2 000	10 * R1	-	Pas de valeur
Fraction aromatique >C12-C16	200	VTR chronique pour les effets à seuil (TPHCWG, 1999)	2 000	10 * R1	-	Pas de valeur
Fraction aliphatique >C5-C6	18 400	VTR chronique pour les effets à seuil (TPHCWG, 1999)	184 000	10 * R1	-	Pas de valeur
Fraction aliphatique >C6-C8	18 400	VTR chronique pour les effets à seuil (TPHCWG, 1999)	184 000	10 * R1	-	Pas de valeur
Fraction aliphatique >C8-C10	1 000	VTR chronique pour les effets à seuil (TPHCWG, 1999)	10 000	10 * R1	-	Pas de valeur
Fraction aliphatique >C10-C12	1 000	VTR chronique pour les effets à seuil (TPHCWG, 1999)	10 000	10 * R1	-	Pas de valeur
Fraction aliphatique >C12-C16	1 000	VTR chronique pour les effets à seuil (TPHCWG, 1999)	10 000	10 * R1	-	Pas de valeur
<b>Mercure</b>						
Mercure	0,03	VTR chronique pour les effets à seuil OEHA 2008	0,2	VTR ATDSR 2001 et OMS 2003	-	Pas de valeur

## **ANNEXE 12 :      ANNEXES DE L'ARR**

### **ANNEXE 1 : CALCULS DES RISQUES SANITAIRES**

**Adultes employés :****Pièce en RDC :**

Exposition en intérieur (pièce en RDC)							
Adultes employés							
Substances	Concentration d'exposition en intérieur	DJA inh substances à seuil	DJA inh substances sans seuil	RfC	ERU	QD inh air intérieur	ERI inh air intérieur
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	(mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>		
METAUX							
Mercure	2,72E-07	5,47E-08	3,28E-08	3,00E-05	-	1,82E-03	-
CAV							
Benzène	1,25E-04	2,52E-05	1,51E-05	1,00E-02	2,60E-02	2,52E-03	3,93E-07
Toluène	1,42E-01	2,85E-02	1,71E-02	1,90E+01	-	1,50E-03	-
Ethylbenzène	2,37E-05	4,77E-06	2,86E-06	1,50E+00	2,50E-03	3,18E-06	7,16E-09
Xylènes	7,70E-02	1,55E-02	9,28E-03	2,00E-01	-	7,73E-02	-
1,2,4-Triméthylbenzène (pseudocumène)	3,28E-05	6,59E-06	3,95E-06	6,00E-02	-	1,10E-04	-
1,3,5-Triméthylbenzène (mésitylène)	3,66E-05	7,35E-06	4,41E-06	6,00E-02	-	1,23E-04	-
HAP							
Naphtalène	9,04E-04	1,82E-04	1,09E-04	3,70E-02	5,60E-03	4,91E-03	6,10E-07
COHV							
Tétrachloroéthylène (PCE)	2,19E-04	4,40E-05	2,64E-05	4,00E-01	2,60E-04	1,10E-04	6,87E-09
Trichloroéthylène (TCE)	5,86E-05	1,18E-05	7,06E-06	3,20E+00	1,00E-03	3,68E-06	7,06E-09
1,1,1-Trichloroéthane	9,81E-02	1,97E-02	1,18E-02	1,00E+00	-	1,97E-02	-
HCT							
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	3,15E-03	6,34E-04	3,80E-04	1,00E+00	-	6,34E-04	-
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	2,01E-03	4,04E-04	2,42E-04	1,00E+00	-	4,04E-04	-
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	1,94E-03	3,89E-04	2,33E-04	1,00E+00	-	3,89E-04	-
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7	1,26E-04	2,52E-05	1,51E-05	4,00E-01	-	6,31E-05	-
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	2,71E-04	5,45E-05	3,27E-05	2,00E-01	-	2,72E-04	-
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	1,94E-04	3,89E-05	2,33E-05	2,00E-01	-	1,94E-04	-
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	3,87E-04	7,78E-05	4,67E-05	2,00E-01	-	3,89E-04	-
					Somme	1,10E-01	1,02E-06
					Valeur de référence	<1	<10-5

**Extérieur :**

Exposition en extérieur							
Adultes employés							
Substances	Concentration d'exposition en extérieur	DJA inh substances à seuil	DJA inh substances sans seuil	RfC	ERU	QD inh air extérieur	ERI inh air extérieur
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	(mg/m <sup>3</sup> ) <sup>1</sup> / <sup>4</sup>		
METAUX							
Mercur	4,41E-09	2,22E-10	1,33E-10	3,00E-05	-	7,38E-06	-
CAV							
Benzène	5,73E-06	2,88E-07	1,73E-07	1,00E-02	2,60E-02	2,88E-05	4,49E-09
Toluène	5,86E-03	2,94E-04	1,77E-04	1,90E+01	-	1,55E-05	-
Ethylbenzène	8,55E-07	4,30E-08	2,58E-08	1,50E+00	2,50E-03	2,86E-08	6,44E-11
Xylènes	2,58E-03	1,30E-04	7,79E-05	2,00E-01	-	6,49E-04	-
1,2,4-Triméthylbenzène (pseudocumène)	9,93E-07	4,99E-08	2,99E-08	6,00E-02	-	8,32E-07	-
1,3,5-Triméthylbenzène (mésitylène)	1,11E-06	5,56E-08	3,33E-08	6,00E-02	-	9,26E-07	-
HAP							
Naphtalène	3,19E-05	1,60E-06	9,61E-07	3,70E-02	5,60E-03	4,33E-05	5,38E-09
COHV							
Tétrachloroéthylène (PCE)	8,22E-06	4,13E-07	2,48E-07	4,00E-01	2,60E-04	1,03E-06	6,44E-11
Trichloroéthylène (TCE)	2,43E-06	1,22E-07	7,33E-08	3,20E+00	1,00E-03	3,82E-08	7,33E-11
1,1,1-Trichloroéthane	3,67E-03	1,84E-04	1,11E-04	1,00E+00	-	1,84E-04	-
HCT							
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	1,49E-04	7,48E-06	4,49E-06	1,00E+00	-	7,48E-06	-
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	9,48E-05	4,76E-06	2,86E-06	1,00E+00	-	4,76E-06	-
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	9,14E-05	4,59E-06	2,75E-06	1,00E+00	-	4,59E-06	-
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7	5,93E-06	2,98E-07	1,79E-07	4,00E-01	-	7,44E-07	-
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	1,28E-05	6,43E-07	3,86E-07	2,00E-01	-	3,21E-06	-
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	9,14E-06	4,59E-07	2,75E-07	2,00E-01	-	2,29E-06	-
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	1,83E-05	9,18E-07	5,51E-07	2,00E-01	-	4,59E-06	-
					Somme	9,52E-04	1,01E-08
					Valeur de référence	<1	<10-5



**Adultes usagers des espaces extérieurs :**

Exposition en extérieur							
Adultes usagers des espaces extérieurs							
Substances	Concentration d'exposition en extérieur	DJA inh substances à seuil	DJA inh substances sans seuil	RfC	ERU	QD inh air extérieur	ERI inh air extérieur
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	(mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>		
METAUX							
Mercuré	4,41E-09	3,68E-10	1,58E-10	3,00E-05	-	1,23E-05	-
CAV							
Benzène	5,73E-06	4,78E-07	2,05E-07	1,00E-02	2,60E-02	4,78E-05	5,32E-09
Toluène	5,86E-03	4,88E-04	2,09E-04	1,90E+01	-	2,57E-05	-
Ethylbenzène	8,55E-07	7,13E-08	3,05E-08	1,50E+00	2,50E-03	4,75E-08	7,64E-11
Xylènes	2,58E-03	2,15E-04	9,23E-05	2,00E-01	-	1,08E-03	-
1,2,4-Triméthylbenzène (pseudocumène)	9,93E-07	8,28E-08	3,55E-08	6,00E-02	-	1,38E-06	-
1,3,5-Triméthylbenzène (mésitylène)	1,11E-06	9,22E-08	3,95E-08	6,00E-02	-	1,54E-06	-
HAP							
Naphtalène	3,19E-05	2,66E-06	1,14E-06	3,70E-02	5,60E-03	7,18E-05	6,38E-09
COHV							
Tétrachloroéthylène (PCE)	8,22E-06	6,85E-07	2,94E-07	4,00E-01	2,60E-04	1,71E-06	7,63E-11
Trichloroéthylène (TCE)	2,43E-06	2,03E-07	8,69E-08	3,20E+00	1,00E-03	6,33E-08	8,69E-11
1,1,1-Trichloroéthane	3,67E-03	3,06E-04	1,31E-04	1,00E+00	-	3,06E-04	-
HCT							
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	1,49E-04	1,24E-05	5,32E-06	1,00E+00	-	1,24E-05	-
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	9,48E-05	7,90E-06	3,39E-06	1,00E+00	-	7,90E-06	-
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	9,14E-05	7,61E-06	3,26E-06	1,00E+00	-	7,61E-06	-
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7	5,93E-06	4,94E-07	2,12E-07	4,00E-01	-	1,23E-06	-
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	1,28E-05	1,07E-06	4,57E-07	2,00E-01	-	5,33E-06	-
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	9,14E-06	7,61E-07	3,26E-07	2,00E-01	-	3,81E-06	-
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	1,83E-05	1,52E-06	6,53E-07	2,00E-01	-	7,61E-06	-
					Somme	1,58E-03	1,19E-08
					Valeur de référence	<1	<10-5

**Enfants usagers des espaces extérieurs :**

Exposition en extérieur							
Enfants usagers des espaces extérieurs							
Substances	Concentration d'exposition en extérieur	DJA inh substances à seuil	DJA inh substances sans seuil	RfC	ERU	QD inh air extérieur	ERI inh air extérieur
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	(mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>		
METAUX							
Mercur	4,41E-09	3,68E-10	3,15E-11	3,00E-05	-	1,23E-05	-
CAV							
Benzène	5,73E-06	4,78E-07	4,09E-08	1,00E-02	2,60E-02	4,78E-05	1,06E-09
Toluène	5,86E-03	4,88E-04	4,19E-05	1,90E+01	-	2,57E-05	-
Ethylbenzène	8,55E-07	7,13E-08	6,11E-09	1,50E+00	2,50E-03	4,75E-08	1,53E-11
Xylènes	2,58E-03	2,15E-04	1,85E-05	2,00E-01	-	1,08E-03	-
1,2,4-Triméthylbenzène (pseudocumène)	9,93E-07	8,28E-08	7,10E-09	6,00E-02	-	1,38E-06	-
1,3,5-Triméthylbenzène (mésitylène)	1,11E-06	9,22E-08	7,90E-09	6,00E-02	-	1,54E-06	-
HAP							
Naphtalène	3,19E-05	2,66E-06	2,28E-07	3,70E-02	5,60E-03	7,18E-05	1,28E-09
COHV							
Tétrachloroéthylène (PCE)	8,22E-06	6,85E-07	5,87E-08	4,00E-01	2,60E-04	1,71E-06	1,53E-11
Trichloroéthylène (TCE)	2,43E-06	2,03E-07	1,74E-08	3,20E+00	1,00E-03	6,33E-08	1,74E-11
1,1,1-Trichloroéthane	3,67E-03	3,06E-04	2,62E-05	1,00E+00	-	3,06E-04	-
HCT							
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	1,49E-04	1,24E-05	1,06E-06	1,00E+00	-	1,24E-05	-
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	9,48E-05	7,90E-06	6,77E-07	1,00E+00	-	7,90E-06	-
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	9,14E-05	7,61E-06	6,53E-07	1,00E+00	-	7,61E-06	-
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7	5,93E-06	4,94E-07	4,23E-08	4,00E-01	-	1,23E-06	-
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	1,28E-05	1,07E-06	9,14E-08	2,00E-01	-	5,33E-06	-
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	9,14E-06	7,61E-07	6,53E-08	2,00E-01	-	3,81E-06	-
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	1,83E-05	1,52E-06	1,31E-07	2,00E-01	-	7,61E-06	-
					Somme	1,58E-03	2,39E-09
					Valeur de référence	<1	<10-5

## ANNEXE 2 : EVALUATION DES INCERTITUDES

Conformément à la méthodologie de l'évaluation des risques sanitaires, la discussion des incertitudes est une étape nécessaire pour interpréter les résultats et permettre une gestion optimale des risques.

Elle a pour objectif d'apprécier dans quelle(s) mesure(s) et selon quelle sensibilité, l'ensemble des différentes hypothèses, facteurs ou termes de calcul pris en compte dans l'étude peuvent influencer l'évaluation des risques.

Ainsi, les hypothèses et paramètres déterminants sont discutés dans cette annexe afin d'apprécier la sensibilité et de vérifier leur influence sur les résultats de l'analyse des risques.

*Certains éléments d'incertitude étant difficilement quantifiables, seul un jugement qualitatif sera rendu dans ce cas-là.*

### **1 Caractérisation des sources de pollution**

#### **1.1 Stratégie d'investigations**

Les investigations ont consisté à caractériser les zones à risque d'un point de vue environnemental identifiées à l'issue de l'étude historique et/ou suite aux investigations réalisées sur les sols et les gaz du sol. 3 campagnes de prélèvements sur les sols ont été réalisées (SOCOTEC 2014 et 2017 et EODD 2019 afin de circonscrire les anomalies en COHV et de compléter les investigations). Les investigations EODD ont également consisté à caractériser les futurs déblais de terrassement du projet d'aménagement (2 packs ISDI). De plus, 2 chambres à flux ont été installées par EODD en 2019.

L'emprise projet ayant changé depuis les premières investigations, certains sondages sont situés en dehors de celle-ci. Ils ont tout de même été considérés dans une approche majorante.

Un terrassement potentiel de 35 à 60 cm va être réalisé dans le cadre du projet au droit de la future patinoire. Dans une approche sécuritaire, cet aménagement n'a pas été considéré.

De plus, les investigations de terrain étant la plupart du temps ponctuelles dans l'espace, les résultats sont donnés sous réserve d'une variabilité ou hétérogénéité qui peut, comme souvent dans le milieu souterrain, être relativement importante.

Ces incertitudes sont difficiles à quantifier.

## 1.2 Méthode de forage et de prélèvement

Les précautions prises pour limiter les biais associés aux méthodes de forage et de prélèvement sont :

- le nettoyage du matériel de forage et de prélèvement pour éviter les pollutions croisées ;
- le mode de conservation (échantillons stockés en glacières de terrain réfrigérées) et de transport des échantillons (acheminés au laboratoire dans les 24h) ;
- les prélèvements de gaz du sol :
  - utilisation de pompes d'un débit de pompage entre 0,4 l/min (mercure) et 0,25 l/min (autres composés) ;
  - durée de pompage de 5 heures.
  - absence de saturation des supports de prélèvements pour les données retenues.

Les techniques de forage utilisées étaient des méthodes de forage destructives :

- par EODD en 2019 : la pelle mécanique (facilité d'accès) ;
- par SOCOTEC : la tarière mécanique (sondages à visée géotechniques notamment).

<b>Qualification de l'hypothèse : <i>sous-estimation potentielle mais pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude dans la mesure où des prélèvements de gaz du sol ont été réalisés sur le site</i></b>	<b>Influence du paramètre : <i>forte</i></b>
--	--

## 1.3 Analyses en laboratoire

Les analyses ont été réalisées par un laboratoire accrédité par le COFRAC.

Cette accréditation ainsi que les normes et standards internes suivies par le laboratoire impliquent des contrôles qui garantissent la qualité des analyses et donc permettent de réduire les incertitudes associées.

<b>Qualification de l'hypothèse : <i>réaliste</i></b>
---

## 2 Scénarios d'exposition étudiés

Compte tenu du potentiel polluant des sources de pollution, les récepteurs sont susceptibles d'être exposés par inhalation de composés sous forme gazeuse issus du dégazage des sols et des gaz du sol en intérieur et en extérieur.

Les voies d'exposition non prises en compte sont :

- L'ingestion de sol et l'inhalation de poussières compte-tenu de l'absence de zones non couvertes par des voiries ou par des terres saines (pas de sol à nu) dans le cadre du projet futur ;
- L'ingestion de végétaux en l'absence de jardin potager et/ou arbre fruitier/à baie en pleine terre sur le site ;
- L'ingestion et l'adsorption d'eau, compte tenu des hypothèses prises en compte (forages ou puits captant les eaux souterraines non inclus dans le projet, réseaux d'amenée d'eau potable en matériaux non poreux/non perméables ou mise en place dans des terrains sains ou en aérien dans les sous-sols).

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

A noter par ailleurs la prise en compte de l'additivité des voies d'exposition pour chacun des récepteurs étudiés sans prise en considération des organes cibles concernés.

<b>Qualification de l'hypothèse : majorante</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
---	---------------------------------------

### 3 Choix des substances et milieux sources (sol, gaz du sol)

#### 3.1 Choix des milieux

Le milieu gaz des sols est considéré comme un milieu intégrateur des pollutions volatiles issues des sols et des eaux souterraines. Dans ce cadre, la prise en considération des résultats des mesures gaz du sol est considérée comme plus réaliste que celle des teneurs sols et eaux souterraines, et intégratrice des contributions respectives en provenance de ces milieux.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

Une seule campagne de mesures de gaz du sol a été réalisée en condition hivernale, ce qui pourrait s'avérer non conservatoire.

<b>Qualification de l'hypothèse : potentiellement non conservatoire nécessité de mise en œuvre d'une nouvelle campagne de mesures de la qualité des gaz du sol en conditions plus favorables à la volatilisation (conditions estivales).</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

#### 3.2 Choix des substances par milieux

Les substances détectées dans les gaz du sol et possédant une VTR ont été retenues pour l'évaluation des risques sanitaires. Les limites de quantification dans le gaz du sol ont également été retenues pour les substances détectées dans les sols.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

Par ailleurs, il est à noter que les HAP peu volatils (fluorène et acénaphène) détectés dans les sols et n'ayant pas été recherchés dans les gaz du sol n'ont pas été retenus dans la présente étude car ils sont détectés sous forme de traces. Ils ne contribuent pas aux niveaux de risques d'après notre retour d'expérience.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste</b>	<b>Influence du paramètre : négligeable</b>
--	---

#### 3.3 Caractéristiques des substances retenues

Les transferts de polluants d'un compartiment de l'environnement à l'autre dépendent des caractéristiques intrinsèques des polluants. Celles-ci sont susceptibles de varier d'une base de données à l'autre, d'une étude à l'autre. Les valeurs prises en compte sont :

- celles proposées par défaut par le modèle de modélisation, a priori réalistes ou majorantes ;
- celles proposées sur les bases de données officielles de l'INERIS.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

## 4 Concentrations retenues

Dans le cadre de la réalisation de cette analyse des risques résiduels, il est à noter que :

- les concentrations maximales mesurées dans les gaz du sol (chambres à flux) ont été retenues considérant ces teneurs comme représentatives de l'état environnemental actuel du site ;
- en l'absence de détection du mercure, du naphthalène, du 1,1,1-trichloroéthane, des hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 et aromatiques >C10-C16 dans les gaz du sol et par principe de prudence scientifique<sup>47</sup>, les limites de quantification (LQ) obtenues pour ces substances dans les gaz du sol ont été retenues compte-tenu de la présence de ces substances dans les sols. Aussi le risque calculé pour chacune de ces substances doit être considéré comme un risque théorique mais non représentatif ;
- des anomalies de concentrations en toluène, m, p-xylène, naphthalène, et 1,1,1-trichloroéthane en des concentrations supérieures à celles relevées dans les sols à proximité des chambres à flux ayant été constatées dans les sols résiduels, ces concentrations ont également été retenues (approche conservatrice). Pour ces substances, retenues à la fois dans les sols et les gaz du sol, la teneur modélisée dans l'air ambiant la plus pénalisante a été retenue.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

- les teneurs moyennes dans les sols en benzène et en mercure sur le site étant inférieures aux teneurs sols présentes à proximité de chambres à flux, elles n'ont pas été retenues dans l'étude (signaux inclus dans les gaz du sol). A titre indicatif, un calcul de risque a été réalisé sans prendre en compte les teneurs moyennes pour ces 2 substances (prise en compte des teneurs maximales dans les sols). Ce calcul a été réalisé pour les cibles les plus exposées, les adultes employés.

	Adultes employés	
	QD	ERI
Somme - avec teneurs moyennes en benzène et mercure	1,11E-01	1,03E-06
Somme - sans teneurs moyennes en benzène et mercure	9,21E+01	4,76E-04
Valeur de référence	<1	<10-5

Les indices de risques calculés sont supérieurs aux valeurs définies par le ministère en charge de l'Environnement. A noter que même si la ventilation de la pièce est plus élevée les indices demeurent supérieurs aux valeurs définies par le ministère en charge de l'Environnement.

<b>Qualification de l'hypothèse : sous-estimation potentielle – nécessité de mettre en œuvre une seconde campagne de prélèvement des gaz du sol en conditions estivales</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
---	---------------------------------------

<sup>47</sup> Cf. guide d'évaluation des Risques sanitaires dans les études d'impact des ICPE – Substances chimiques – INERIS 2013



## 5 Valeurs toxicologiques de référence (VTR)

L'évaluation de la toxicité des substances a été réalisée à partir des valeurs toxicologiques de référence (VTR) disponibles dans les bases de données consultées. Ces VTR sont données :

- Pour une voie d'exposition (inhalation) ;
- Pour une durée d'exposition (chronique).

EODD a retenu les VTR soit sur la base des constructions ou sélections de VTR réalisées par les organismes nationaux (INERIS, ANSES), soit conformément à la note d'information du 31 octobre 2014.

**Qualification de l'hypothèse : réaliste**, répondant à l'état de l'art

### Cas de la fraction aromatique C6-C7 :

Aucune VTR à seuil n'est disponible auprès de TPHCWG 1997 pour cette substance. La VTR à seuil de la fraction aromatique >C7-C8 (0,4 mg/m<sup>3</sup>) a donc été appliquée à la fraction aromatique >C6-C7.

NB : La VTR du benzène n'a pas été appliquée à la fraction aromatique >C6-C7 étant donné que le benzène détecté dans les sols et les gaz du sol est déjà retenu dans la présente étude.

**Qualification de l'hypothèse : réaliste**

**Influence du paramètre : négligeable**

### Cas du cis-1,2-dichloroéthylène et le trans-dichloroéthylène

Par ailleurs, conformément à la note d'information du 31 octobre 2014 en matière de sélection des VTR, en l'absence de VTR définitives pour le cis-1,2-dichloroéthylène et le trans-dichloroéthylène, ces substances n'ont pas été étudiées dans l'ARR.

La prise en compte des VTR provisoires pour les adultes employés (cibles les plus exposées pour les effets à seuil) conduit néanmoins à des niveaux de risque demeurant inférieurs aux valeurs définies par le ministère en charge de l'Environnement.

	Adultes employés	
	QD	ERI
Somme - sans VTR provisoire du cis et du trans-dichloroéthylène	1,11E-01	1,03E-06
Somme - avec VTR provisoire du cis et du trans-dichloroéthylène	1,11E-01	1,03E-06
Valeur de référence	<1	<10-5

**Qualification de l'hypothèse : réaliste**

**Influence du paramètre : négligeable**

## 6 Choix du programme de modélisation du transfert des composés gazeux vers l'air ambiant

Le logiciel MODUL'ERS permet de déterminer des flux gazeux à la surface du sol à partir des concentrations dans les sols/gaz du sol, en prenant en compte les caractéristiques du sol telles que la porosité totale et la teneur en eau (possibilité d'intégrer plusieurs couches de sol ayant des caractéristiques différentes).

A noter que les modélisations réalisées dans la version de MODUL'ERS utilisée prennent en considération une source infinie, qui ne s'épuise pas au cours du temps au fur et à mesure de sa volatilisation.

### **Qualification de l'hypothèse : *majorante***

Le modèle Johnson et Ettinger du logiciel MODUL'ERS prend en compte les phénomènes de diffusion et de convection, suivant les principales hypothèses ci-dessous :

- les polluants sous forme vapeur pénètrent dans le bâtiment principalement à travers les fissures et ouvertures des fondations ;
- le transport convectif des polluants se fait principalement dans la zone d'influence du bâtiment (et devient rapidement nul dès qu'on s'éloigne du bâtiment) ;
- le transport entre la source de contamination et la zone d'influence du bâtiment est essentiellement diffusif ;
- toutes les vapeurs émises sous le bâtiment vont entrer à l'intérieur du bâtiment, à moins que les sols et les murs soient complètement étanches à la vapeur ;
- le polluant est réparti de manière homogène au niveau de la zone de contamination ;
- le modèle ne prend pas en compte les processus de transformation des polluants (biodégradation, hydrolyse...) ;
- la perméabilité de la couche de sol en contact avec la dalle et les murs est considérée comme homogène ;
- la ventilation du bâtiment et le différentiel de pression entre l'intérieur du bâtiment et le sol sont considérés comme constants.

Par ailleurs, les modélisations réalisées dans la version de MODUL'ERS utilisée prennent en considération une source infinie, qui ne s'épuise pas au cours du temps au fur et à mesure de sa volatilisation.

En l'absence d'information sur le mode de construction du bâtiment, la modélisation du transfert des polluants volatils dans les bâtiments depuis les sols a été réalisé avec le modèle Johnson et Ettinger de Modul'ERS (dallage indépendant - transport diffusif dans le sol et convectif à travers la dalle de fondation).

### **Qualification de l'hypothèse : *réaliste à majorante***

Concernant la modélisation du dégazage vers l'air extérieur, les paramètres suivants ont été intégrés au modèle « boîte » du logiciel MODUL'ERS :

- vitesse du vent :  $v = 2$  m/s (vitesse faible, hypothèse majorante) ;
- hauteur des voies respiratoires :  $H = 1$  m (réaliste pour les enfants et sécuritaire pour les adultes sur la base d'une taille moyenne en France de 1,75 m pour les hommes et 1,63 m pour les femmes) ;

- longueur de dilution :  $L = 22 \text{ m}$  : longueur de la zone extérieure devant l'entrée de la patinoire (approche sécuritaire car les zones extérieures sont à priori en dehors de l'emprise projet, mais dans l'emprise d'étude).

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

## 7 Caractéristiques du milieu sol utilisées dans les modélisations de transfert des composés gazeux vers l'air ambiant (intérieur et extérieur)

### 7.1 Type de sol (zone non saturée) retenu pour la source sol/gaz et profondeur

Dans le cas présent, les calculs ont été réalisés sur la base des valeurs de porosité totale associées par Johnson et Ettinger à un sol de type sables (0,375), correspondant aux caractéristiques des horizons présents au droit du site. Quant à la teneur en eau, celle-ci a été définie à partir des résultats d'analyses (moyenne) obtenus sur la matière sèche (0,149). Par ailleurs, les calculs ont été réalisés sur la base des valeurs d'une perméabilité intrinsèque de  $9,92 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2$  associée à un sol de type sable.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante</b>	<b>Influence du paramètre : modérée</b>
--	---

Les calculs présentés dans l'analyse des risques sont basés :

- à l'intérieur, sur une source gaz/sols située à -0,01 m sous le futur bâtiment (absence de couche de forme sous la dalle considérée – démarche sécuritaire) ;
- à l'extérieur, sur une source gaz du sol et sol située à -0,05 m sous le TN (correspond à l'épaisseur d'un enrobé seul – démarche sécuritaire).

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

### 7.2 COT retenu pour la source sol

Les calculs ont été réalisés sur la base d'une moyenne des teneurs en COT mesurées dans les sols (0,0354).

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

### 7.3 Type de sol retenu pour le recouvrement en extérieur et épaisseur

Dans le cas présent, les calculs ont été réalisés sur la base des valeurs de porosité totale et de teneur en eau associées par Johnson et Ettinger à un sol de type sables (respectivement 0,375 et 0,054), démarche sécuritaire pour modéliser un enrobé. Ce recouvrement a été considéré de 5 cm.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

## 8 Caractéristiques du futur bâtiment utilisées dans la modélisation du transfert des composés gazeux vers l'air intérieur

### 8.1 Dimension des pièces

Les dimensions de la pièce étudiée correspondent à des données standard EODD utilisées par défaut (approche majorante). Cette pièce est assimilable à un bureau en termes de dimensions.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante</b>	<b>Influence du paramètre : modérée</b>
--	---

## 8.2 Epaisseur de la dalle

L'épaisseur de la dalle retenue (35 cm) est issue des données constructrices du projet (dalle de 35 à 60 cm).

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

## 8.3 Profondeur de la surface inférieure de la dalle par rapport à la surface du sol

Les calculs présentés dans l'analyse des risques sont basés sur 0,35 m de profondeur correspondant à l'épaisseur de la dalle retenue.

A noter que la prise en compte d'une profondeur plus importante induirait une diminution des concentrations à l'intérieur des locaux, donc des niveaux de risque associés.

<b>Qualification de l'hypothèse : majorante</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
---	---------------------------------------

## 8.4 Taux de ventilation

Pour la pièce étudiée, nous avons retenu un taux de renouvellement de 0,5 vol/h, valeur habituellement utilisée pour une pièce ventilée naturellement (approche sécuritaire).

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

## 8.5 Largeur des fissures

Les calculs présentés dans l'analyse des risques sont basés sur une largeur des fissures de 0,1 cm (valeur recommandée par Johnson et Ettinger).

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

## 9 Caractéristiques de l'exposition retenue

### 9.1 Employés adultes

On considère que les futurs travailleurs passeront au total 10h/24 sur leur lieu de travail, 220 jours par an, pendant 42 ans, dont :

- 8 heures pour l'exposition à l'intérieur d'une petite pièce en RDC du bâtiment de la patinoire<sup>48</sup> ;
- 2 heures en extérieur (espaces extérieurs).

Ces durées correspondent à une durée annuelle du travail de 2200 heures et à une personne qui travaillerait toute sa vie active sur le même lieu de travail.

D'après des études statistiques récentes (Publication de la direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques (Dares Analyses – Juillet 2013 – n°047), la durée annuelle effective du travail par salarié à temps complet en 2011 s'établissait en moyenne à 1683 heures (1603 heures pour les femmes et 1741 heures pour les hommes).

Ces valeurs correspondent aux durées de travail hebdomadaires habituelles déclarées par les salariés (supérieures à la durée légale du travail et intégrant les heures supplémentaires « structurelles » ou le travail des cadres en forfait jour avec des durées quotidiennes de travail plus longues).

Par ailleurs, s'il n'était pas rare il y a quelques années ou dizaines d'années de réaliser toute sa vie professionnelle dans la même entreprise, le temps passé aujourd'hui dans un même emploi et une même entreprise s'est considérablement raccourci. A titre d'exemple, la durée moyenne d'un emploi en France (données OCDE – durées moyennes d'ancienneté) se situe actuellement autour de 12 ans.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

La prise en compte d'une durée d'exposition de 2 h par jour en extérieur apparaît sécuritaire<sup>49</sup>.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante</b>	<b>Influence du paramètre : modérée</b>
--	---

### 9.2 Adultes et enfants usagers des espaces extérieurs

La prise en compte d'une durée d'exposition de 2 h par jour en extérieur apparaît sécuritaire (prise en compte d'un adulte ou un enfant qui passerait 2 h par jour en extérieur toute l'année, été comme hiver)<sup>50</sup>.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante</b>	<b>Influence du paramètre : modérée</b>
--	---

<sup>48</sup> Sécuritaire car le type de travail réalisé par les adultes employés de la patinoire n'est pas connu à ce jour

<sup>49</sup> Sécuritaire car à priori espaces extérieurs hors zone du projet (mais dans l'emprise d'étude)

<sup>50</sup> Sécuritaire car à priori espaces extérieurs hors zone du projet (mais dans l'emprise d'étude)

### ANNEXE 3 : LIMITES DE L'ETUDE

L'évaluation des risques est une discipline relativement récente dans le domaine des sites et sols pollués et en constante évolution. Elle s'appuie sur une méthodologie, les connaissances scientifiques et techniques et les données propres au site, disponibles au moment de l'étude.

Des modifications de la méthodologie ou des connaissances scientifiques, une évolution du contexte environnemental ou industriel peuvent apparaître à l'issue de l'étude et rendre en partie caduques les interprétations et recommandations du document.

Ces dernières ne sont valables qu'au moment de la réalisation des rapports et de l'évaluation des risques et peuvent être révisées en cas de modification des conditions initiales.

Ce rapport, et notamment les figures, tableaux, annexes, conclusions ou recommandations qui en font partie, forment un tout indivisible. A cet effet, la responsabilité de l'auteur ne pourra être engagée dans le cas d'une interprétation erronée de toute partie extraite du rapport.



## **ANNEXE 13 : LIMITES DE L'ETUDE**

Les conclusions relatives à cette étude sont limitées à l'emprise du site telle que décrite dans le présent document. Elles ne préjugent pas du niveau de pollution qui pourrait exister alentour.

Les conclusions de cette étude sont basées sur les informations recueillies auprès des différentes sources qu'elles soient internes ou externes à l'entreprise. Ces informations ont fait l'objet, autant que faire se peut, de vérifications de la part du chargé d'étude mais restent dépendantes des éventuelles erreurs, omissions ou fausses informations.

Les contraintes et difficultés d'accès à certaines zones peuvent également induire des lacunes dans le diagnostic, non imputables à notre société.

Les moyens proposés pour cette étude et notamment les éventuelles reconnaissances de terrain sont calées en fonction de la problématique, du niveau d'étude prescrite et du budget disponible.

On ne peut prétendre à un niveau d'information plus important que les moyens mis en œuvre ne le permettent. La représentativité des mesures notamment est fonction du nombre de ces dernières même si les points de mesures ont été implantés de façon à optimiser la représentativité. De plus, les investigations de terrain étant la plupart du temps ponctuelles dans l'espace, les résultats obtenus sont donnés sous réserve d'une variabilité ou hétérogénéité qui peut, comme souvent dans le milieu souterrain, être relativement importante.

Des modifications de la méthodologie ou des connaissances scientifiques, une évolution du contexte environnemental ou industriel peuvent apparaître à l'issue de l'étude et rendre en partie caduques les interprétations et recommandations du document.

Ces dernières ne sont valables qu'au moment de la réalisation des rapports et peuvent être révisées en cas de modification des conditions initiales.

Ce rapport, et notamment les figures, tableaux, annexes, conclusions ou recommandations qui en font partie, forment un tout indivisible. A cet effet, la responsabilité de l'auteur ne pourra être engagée dans le cas d'une interprétation erronée de toute partie extraite des rapports de diagnostic approfondi, d'évaluation détaillée des risques.