

TRMC (EUROVIA)

DOSSIER D'ARRET DEFINITIF DES TRAVAUX MINIERS
CONCESSION DE SEYSSEL (01)

PIECE N°4

Bilan des effets sur les eaux et les sols



Emetteur Arcadis
Agence de Lyon
127 boulevard Stalingrad - CS 90030
69626 Villeurbanne Cedex
Tél. : +33 (0)4 37 42 85 85
lyon@arcadis.com

Réf affaire Emetteur FR21.000221
Chef de Projet Julie CISZAK
Auteur principal Malika FONTANEL
Nombre total de pages 43 + 7 Annexes

Indice	Date	Objet de l'édition/révision	Etabli par	Vérfié par	Approuvé par
A01	11/12/2009	Première diffusion	J. ROMEYER	H. CONSTANTIN	P. COLIN
A02	11/04/2011	Compléments	F. GARCIN	F. GARCIN	S. PONCET
A03	01/07/2013	Mise à jour	F. GARCIN	F. GARCIN	M. COLLOMP
A04	26/09/2019	Version finale	D. TOLVAI	M. PETRIGNET	B. CHEVROL
A05	09/03/2020	Compléments version finale	M. PETRIGNET	M. PETRIGNET	B. CHEVROL
B01	10/12/2021	Dépôt du nouveau dossier	M. FONTANEL	J. CISZAK	F. BARY

Il est de la responsabilité du destinataire de ce document de détruire l'édition périmée ou de l'annoter « Edition périmée ».
Document protégé, propriété exclusive d'ARCADIS ESG.
Ne peut être utilisé ou communiqué à des tiers à des fins autres que l'objet de l'étude commandée.

TABLE DES MATIERES

1 INTRODUCTION	6
1.1 Contenu du Dossier d'Arrêt des Travaux Miniers	6
1.2 Cadre de la pièce	6
2 CARACTERISATION DES LIEUX	8
2.1 Hydrographie	8
2.1.1 Contexte hydrographique	8
2.2 SDAGE/SAGE	10
2.3 Contexte géologique	12
2.3.1 Alluvions d'âge Quaternaire	13
2.3.2 Placage morainique d'âge Quaternaire	13
2.3.3 Molasses et marnes d'âge Helvétique-Burdigalien	13
2.3.4 Ensemble d'âge Aquitainien	13
2.3.5 Calcaires, molasses et marnes d'âge Oligocène	13
2.3.6 Calcaires d'âge Barrémien/Aptien (faciès Urgonien)	14
2.3.7 Marnes d'âge Hauterivien	14
2.3.8 Autres formations sous-jacentes	14
2.4 Description des gisements	14
2.5 Contexte hydrogéologique	15
2.5.1 Alluvions superficielles Quaternaires	15
2.5.2 Moraines du Quaternaire et Molasses d'âge Helvétique-Burdigalien	15
2.5.3 Circulations karstiques dans les calcaires Urgoniens	16
2.5.4 SDAGE/SAGE	17
2.5.5 Points de captage	17
2.6 Zones naturelles	17
2.6.1 Zone Natura 2000	17
2.6.2 Zones ZNIEFF	18
2.7 Contexte faunistique des cavités (circulaire du 14/10/2009 modifiant la DIE 200)	19
3 CIRCULATION DES EAUX SOUTERRAINES ET SUPERFICIELLES	21
3.1 Eaux superficielles	21
3.1.1 Sens d'écoulement	21
3.1.2 Effets des anciens travaux miniers	21
3.2 Eaux souterraines	22
3.2.1 Sens d'écoulement	22

3.2.2 Effets des anciens travaux miniers	22
3.3 Relations eaux superficielles / eaux souterraines	26
3.4 Données relatives à l'exhaure	27
4 QUALITE DES SOLS, DES EAUX ET DES SEDIMENTS	28
4.1 Données disponibles sur les différents milieux	28
4.2 Calcaire bitumineux	28
4.3 Données disponibles sur les sols	29
4.4 Données disponibles sur les eaux superficielles	33
4.5 Données disponibles sur les eaux souterraines	36
4.6 Données disponibles sur les sédiments	37
4.7 Synthèse de la qualité des sols et des eaux à proximité des travaux miniers	38
5 BILAN ET USAGES	39
5.1 Aménagement de la zone d'étude et scénarios étudiés	39
5.2 Sources de pollutions	39
5.3 Voies de transferts et milieux d'exposition	39
5.4 Cibles potentielles	39
5.5 Voies d'exposition	40
5.5.1 Voies d'exposition retenues	40
5.5.2 Voies d'exposition non retenues	40
5.6 Synthèse des risques calculés	40
5.7 Recommandations	40
5.7.1 Garder la mémoire du site	40
5.7.2 Risques transitoires liés à l'usage forestier	41
5.7.3 Gestion des déblais	41
6 CONCLUSION	42

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 Plan du réseau hydrographique et localisation des orifices
- Annexe 2 Etudes relatives au contexte hydrogéologique
- Annexe 3 Etudes des chiroptères
- Annexe 4 Plan de localisation et données qualité des points de prélèvements des eaux
- Annexe 5 Bulletins d'analyses des eaux
- Annexe 6 Diagnostique environnemental complémentaire et mise à jour de l'EQRS
- Annexe 7 Plan de localisation des points de prélèvements

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Constituant du calcaire bitumineux (Source : Laboratoire des Ponts et Chaussées)	15
Tableau 2 : Essais de distillation du bitume de Pyrimont (Source : Thèse Pittard, 1932)	15
Tableau 3 - Synthèse des résultats des études environnementales	32
Tableau 4 : Résultats d'analyses des eaux superficielles au droit de l'ancienne exploitation de mars 2006 à septembre 2021	35
Tableau 5 : Résultats d'analyses des eaux souterraines au droit de l'ancienne exploitation de 2016 à 2021	37
Tableau 6 : Tableau des résultats analytiques – Sédiments	38
Tableau 7 : Synthèse des calculs de risques – Scénario promenade	40

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Contexte hydrographique au droit des anciens travaux miniers	9
Figure 2 : Débits mensuels moyens et débits spécifiques moyens du Rhône à Surjoux-Lhopital situé à 500 m en amont des principaux travaux miniers (Source : http://www.hydro.eaufrance.fr/)	10
Figure 3 : Objectifs de réduction des émissions, rejets et pertes à échéance 2021 pour les substances prioritaires et autres pour le bassin Rhône-Méditerranée (source : https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/)	12
Figure 4 : Schéma de principe positionnant les travaux miniers, le Rhône et la nappe alluviale	16
Figure 5 : Localisation des sites NATURA 2000 les plus proches des travaux miniers (Source : DREAL Rhône-Alpes)	18
Figure 6 : Localisation des ZNIEFF (Source : DREAL Rhône-Alpes)	19
Figure 7 : Écoulements des eaux superficielles	21
Figure 8 : Photos des parois de la Mine du Château (avril 2021)	23
Figure 9 : Exutoire de la mine du Château par trop plein	24
Figure 10 : Vue en plan de la mine du Château et de l'emplacement de la rétention d'eau (Source : FLODIM)	25
Figure 11 : Galerie des Lades	26

1 INTRODUCTION

1.1 Contenu du Dossier d'Arrêt des Travaux Miniers

Ce dossier d'Arrêt des Travaux Miniers est constitué des pièces suivantes :

- **Pièce n°1 : Présentation du dossier.**
- **Pièce n°2 : Dossier de plans** - Plans mentionnés au 1er alinéa du décret du 9 mai 1995. Ces plans sont informatisés (clef USB au dossier) et géoréférencés.
- **Pièce n°3 et Pièce n°3bis : Travaux d'exploitation et mémoire des travaux de mise en sécurité** - Mémoires exposant, outre les méthodes d'exploitation utilisées, les mesures déjà prises et celles envisagées pour l'application des dispositions de l'article L. 163 du code minier (anciennement deuxième alinéa de l'article 91) conformément à l'article 43 du chapitre V du décret n°2006-649 du 2 juin 2006.
- **Pièce n°4 : Bilan des effets sur les eaux** - Bilan, prévu par l'article L. 163-5 du code minier (anciennement quatrième alinéa de l'article 91), relatif aux effets, sur les eaux de toute nature, des travaux et de leur arrêt.
- **Pièce n°5 : Étude des aléas miniers** - Étude ayant pour objet de déterminer si des risques importants, notamment ceux mentionnés à l'article L. 174 du code minier (anciennement 93), subsisteront après le donné acte mentionné dans l'article L. 163-9 du code minier (anciennement neuvième alinéa de l'article 91).
- **Pièce n°6 : Récapitulatif des installations de surface** - Récapitulatif des installations de surface - Récapitulatif, d'une part, des installations dont l'exploitation minière a cessé avant que leur arrêt ne soit soumis à procédure, d'autre part, des travaux et installations ayant précédemment fait l'objet de la procédure d'arrêt prévue par le code minier.
- **Pièce n°7 : Lettre d'information concernant la station hydraulique de sécurité** - Lettre d'information mentionné aux articles L163 (anciennement article 92) du code minier et L174 (anciennement article 93) du code minier conformément à l'AM du 23 août 2005.
- **Pièce n°8 : Historique administratif et industriel.**
- **Pièce n°9 : Liste des archives et base de données.**

1.2 Cadre de la pièce

La présente **pièce n°4**, constitutive du dossier préparatoire à l'arrêt définitif des travaux de la concession minière de Seyssel, a pour objet l'étude de l'impact éventuel des exploitations bitumineuses, sur les eaux de toute nature qui environnent la concession.

Les textes réglementaires qui régissent la présente étude sont notamment :

- l'article L.163-2 du code minier (nouveau): cf. **Code minier (nouveau) - art. L163-2 (V)** et en particulier l'extrait ci-après : « ... l'exploitant dresse le bilan des effets des travaux sur la présence, l'accumulation, l'émergence, le volume, l'écoulement et la qualité des eaux de toute nature, évalue les conséquences de l'arrêt des travaux ou de l'exploitation sur la situation ainsi créée et sur les usages de l'eau et indique les mesures envisagées pour y remédier en tant que de besoin..... »,
- l'article L.174-4 du code minier (nouveau), cf. **Code minier (nouveau) - art. L174-1 (V)**

- l'article 2 du décret N°2000-547 du 16 juin 2000, cf. [Décret n°2000-547 du 16 juin 2000 - art. 1 \(V\)](#),
- l'article 16 du décret n° 2001-209 du 6 mars 2001, modifiant le décret n° 95-696 du 9 mai 1995, relatif à l'ouverture des travaux miniers et à la police des mines.

2 CARACTERISATION DES LIEUX

La pièce n°4 reprend les contextes hydrographiques, géologiques et hydrogéologiques également disponibles dans la pièce n°3 du dossier d'arrêt.

2.1 Hydrographie

2.1.1 Contexte hydrographique

L'Annexe 1 présente la localisation des orifices par rapport au réseau hydrographique. La Figure 1 représente plus globalement les cours d'eau par rapport à l'emprise des travaux miniers.

Les anciens travaux miniers se situent tous en rive droite du Rhône. Trois ruisseaux s'écoulent à proximité des anciens travaux miniers avant de rejoindre le Rhône :

- le ruisseau des Lades, nommé « Biez de Blunes des Lades » ;
- le Nant Trouble ;
- la Vézéronce.

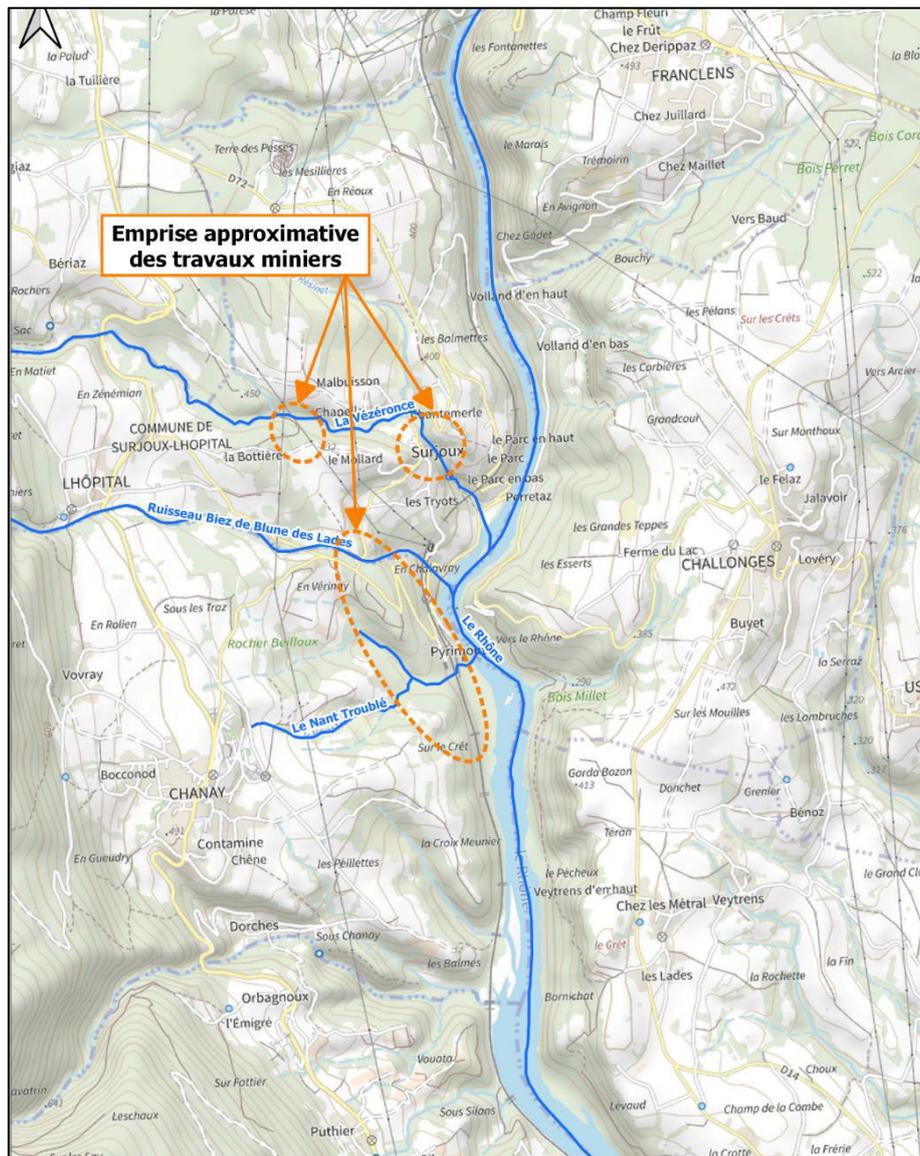


Figure 1 : Contexte hydrographique au droit des anciens travaux miniers

Les données hydrologiques disponibles sur le Rhône sont issues de la station de Surjoux-L'hôpital située à proximité des anciens travaux miniers et des installations de traitement, soit à l'aval hydraulique du barrage de Génissiat.

Les données acquises (Figure 2) ont été calculées sur une période de 21 ans, entre 1999 et 2020. Le régime hydrologique associé au Rhône dans ce secteur est de type glaciaire, et se caractérise par :

- des débits importants atteints de mai à août résultant de la fonte de la glace ;
- un étiage marqué en automne de septembre à décembre.

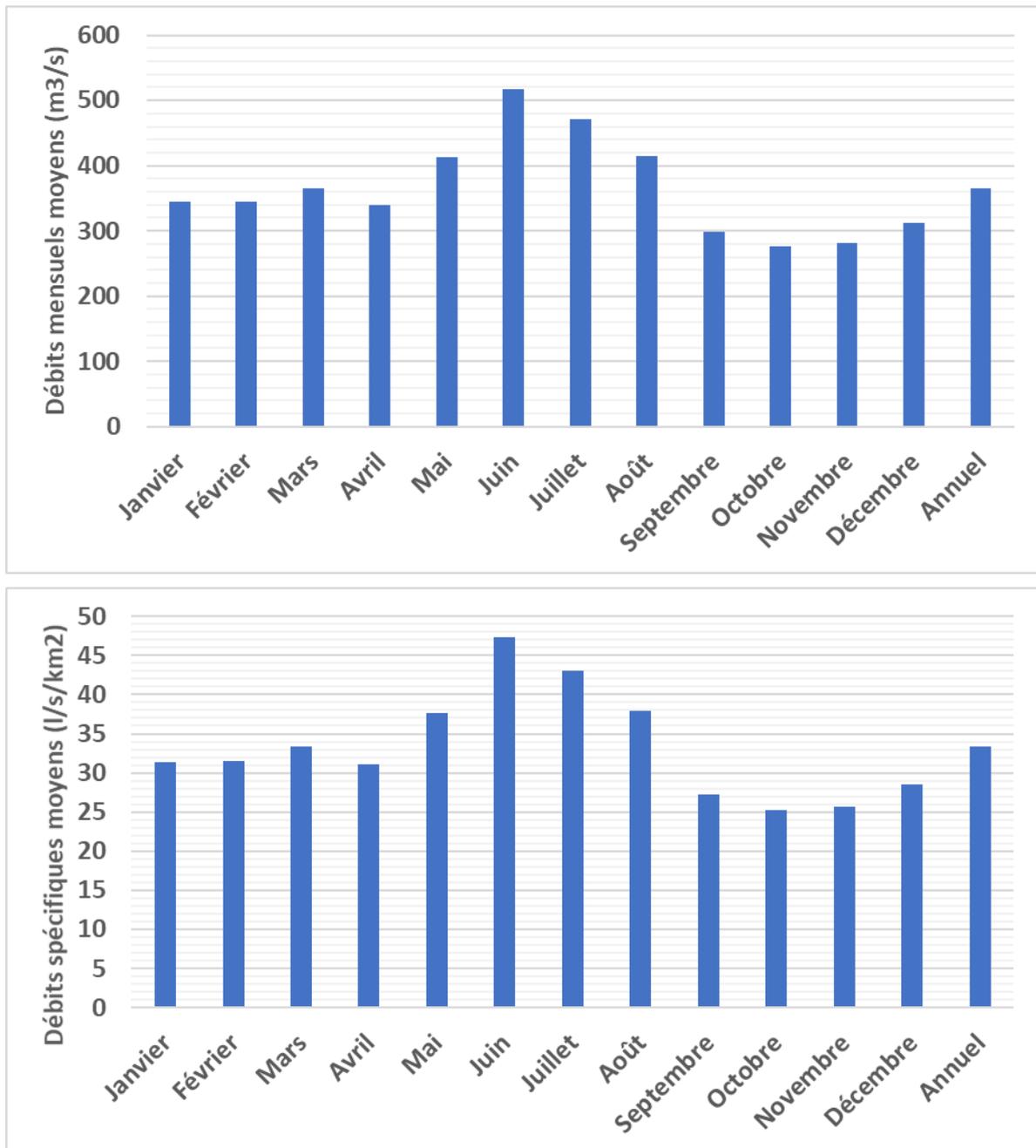


Figure 2 : Débits mensuels moyens et débits spécifiques moyens du Rhône à Surjoux-Lhopital situé à 500 m en amont des principaux travaux miniers (Source : <http://www.hydro.eaufrance.fr/>)

2.2 SDAGE/SAGE

Le Rhône et ses affluents sont concernés par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Rhône-Méditerranée-Corse. Il fixe les grands principes de gestion de l'eau dans ce secteur hydrographique afin d'atteindre un bon état des eaux souterraines et superficielles à l'échéance fixée.

Le ruisseau de Vézéronce est associé à la masse d'eau FRDR11030, et le Rhône de la frontière Suisse au barrage de Seyssel à la masse d'eau FRDR2000. Le ruisseau des Lades (aussi

nommé Biez de Blunes des Lades) et celui du Nant Troublé n'étant pas identifiés comme une masse d'eau.

- Le Rhône ayant un état écologique moyen, le SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse 2016-2021 fixe les objectifs d'atteinte pour le Rhône de la frontière Suisse au barrage de Seyssel :
 - d'un bon état écologique en 2027 ;
 - d'un bon état chimique en 2015.
- Le ruisseau de Vézéronce ayant un bon état écologique, le SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse 2016-2021 ne prévoit pas d'action dans le programme de mesure 2016-2021.

Les objectifs de réduction des émissions, rejets et pertes à échéance 2021 pour les substances prioritaires et autres pour le bassin Rhône-Méditerranée sont repris sur la Figure 3.

Le secteur des anciens travaux miniers ne se situe pas dans la zone d'emprise d'un SAGE (déclinaison locale du SDAGE).

Niveau de réduction (en % des émissions connues) en fonction des possibilités d'action par rapport à la ligne de base 2010 (inventaire)	0% pas d'action possible	- 10%	- 30%	- 100%* *action visant la suppression des émissions maîtrisables à un coût acceptable
Famille	Nom de la substance (ou du groupe de substances) et codes SANDRE			
Alkylphénols		• Octylphénols 1920; 1959		• Nonylphénols 1957; 5474; 1958
BTEX			• Benzène 1114	
Chlorobenzènes		• Trichlorobenzènes 1774 – 1283 + 1630 + 1629		• Hexachlorobenzène 1199 • Hexachlorobutadiène 1652 • Pentachlorobenzène 1888
Chlorophénols		• Pentachlorophénol 1235		
Dioxines et composés		• Dioxines et composés 7707		
Diphényléthers bromés				• Bromodiphényléthers (Tetra / Penta / Hexa) 2601 ; 1921 ; 2600 ; 2599
HAPs	• Fluoranthène 1191		• Anthracène 1458 • Naphthalène 1517	• Benzo(a)pyrène 1115 • Benzo(b)fluoranthène 1116 • Benzo(k)fluoranthène 1117 • Benzo(g, h,i)perylène 1118 • Indéno(1,2,3-cd)pyrène 1204
Métaux			• Arsenic 1369 • Chrome 1389 • Cuivre 1392 • Nickel 1386 • Plomb 1382 • Zinc 1383	• Cadmium et ses composés 1388 • Mercure et ses composés 1387
Organoétains				• Tributylétain et composés 2879
Perfluorés		• Acide perfluorooctane-sulfonique et ses dérivés (perfluorooctanesulfonate PFOS) 6560 ; 6561		
Pesticides	• Endosulfan 1743 • Hexachlorocyclohexane 5537 • Trifluraline 1289 • Alachlore 1101 • Atrazine 1107 • Chlorfenvinphos 1464 • Simazine 1263 • Aldrine 1103 • DDTs 7146 • Dieldrine 1173 • Endrine 1181 • Isodrine 1207	• Acifluorfen 1688 • Aminotriazole 1105 • AMPA 1907 • Bifenox 1119 • Chlorprophame 1474 • Cybutrine 1935 • Cyperméthrine 1140 • Cyprodinil 1359 • Dichlorvos 1170 • Dicofol 1172 • Diflufenicanil 1814 • Diuron 1177 • Glyphosate 1506 • Heptachlore et époxydes d'heptachlore 1197 ; 1748 ; 1749 • Métazachlore 1670 • Nicosulfuron 1882 • Pendiméthaline 1234 • Quinoxifène 2028 • Terbutryne 1269	• 2,4 MCPA 1212 • Chlorpyrifos 1083 • Chlortoluron 1136 • Isoproturon 1208 • Oxadiazon 1667	
Phtalates		• DEHP Diethylhexylphtalate 6616		
Solvants chlorés			• 1,2 Dichloroéthane 1161 • Dichlorométhane 1168 • Trichlorométhane (chloroforme) 1135	• Tétrachloroéthylène 1272 • Tétrachlorure de carbone 1276 • Trichloroéthylène 1286
Autres micro-polluants		• HBCDD Hexabromo-cyclododécane 7128 • Phosphate de tributyle 1847		• Chloroalcanes C ₁₀ -C ₁₂ 1955
<p>• Substances dangereuses prioritaires (SDP) • Substances prioritaires (SP) • Substances de la liste I de la directive 76/464 non inscrites dans la DCE • Polluants Spécifiques de l'État Écologique (PSEE) pour le bassin Rhône-Méditerranée</p>				

Figure 3 : Objectifs de réduction des émissions, rejets et pertes à échéance 2021 pour les substances prioritaires et autres pour le bassin Rhône-Méditerranée (source : <https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/>)

2.3 Contexte géologique

Les limites géographiques de la concession de Seyssel sont comprises dans le bassin de Bellegarde-Seyssel. C'est un synclinal tertiaire à substratum Urgonien, dont l'axe correspond au

cours du Rhône. Plus large au nord, il devient en revanche plus étroit et symétrique en direction du sud suivant l'écoulement du Rhône.

Les formations géologiques rencontrées sur la concession de Seyssel sont décrites ci-dessous : des horizons les plus récents aux plus anciens.

2.3.1 Alluvions d'âge Quaternaire

Elles ont été déposées par le Rhône et se composent de sables et graviers. Elles sont peu présentes sur la partie nord de la concession mais sont largement développées dans la vallée au sud de Seyssel. Il s'agit principalement de matériel glaciaire remanié.

2.3.2 Placage morainique d'âge Quaternaire

L'essentiel des formations du quaternaire sur la concession de Seyssel est constitué par les dépôts morainiques de la glaciation würmienne qui recouvrent les synclinaux molassiques et partiellement les anticlinaux. Ces matériaux sont constitués essentiellement par des fractions argileuses (« argiles à blocs ») et caillouteuses.

2.3.3 Molasses et marnes d'âge Helvétique-Burdigalien

La série molassique, relativement puissante est constituée par un grès feldspathique glauconieux à ciment calcaire, de granulométrie variable. La stratification au sein de la molasse massive est fréquemment entrecroisée.

Les niveaux marneux sous-jacents sont plutôt noduleux et renferment des foraminifères et des ostracodes.

2.3.4 Ensemble d'âge Aquitainien

En rive gauche du Rhône, des sables argileux surmontent un conglomérat bitumineux à texture plutôt gréseuse.

En rive droite du Rhône, les horizons rencontrés sont de haut en bas :

- de la molasse gris clair plutôt gréseuse ;
- des calcaires lacustres bruns ;
- des marnes bariolées avec des lits gypseux ;
- du calcaire gréseux gris.

2.3.5 Calcaires, molasses et marnes d'âge Oligocène

La série supérieure débute par une molasse fine micacée avec niveaux rouges et marnes violacées. Les mouvements tectoniques relativement importants ont engendré des modifications significatives et des brèches rendant difficile l'estimation de l'épaisseur du matériau (*a priori* plusieurs centaines de mètres).

En rive gauche du Rhône, à l'aval de Pyrimont, des conglomérats de galets calcaires et de silex sont observables avec des formations gréseuses à passées bitumineuses.

La série moyenne est constituée par des formations détritiques comprenant des galets cimentés par du calcaire et des formations gréseuses compactes.

2.3.6 Calcaires d'âge Barrémien/Aptien (faciès Urgonien)

L'Urgonien peut être subdivisé en 3 formations successives, soit de haut en bas :

- la partie supérieure massive constituée par un calcaire clair affleurant surtout dans la partie méridionale ;
- la partie moyenne moins puissante formée de calcaires crayeux, de calcaires gréseux et dolomitiques et de calcaires roux ;
- enfin, la partie inférieure massive constituée par un calcaire clair saccharoïde formant l'axe de l'anticlinal.

Suite aux phases d'émersion et de dénudation (fin du Secondaire et début du Tertiaire), l'Urgonien s'est profondément karstifié, les discontinuités étant ensuite partiellement ou totalement comblées par des argiles résiduelles.

La perméabilité, *a priori* de fractures, a été parfois suffisante pour adsorber « *per descendum* » (selon L.Moret¹) des produits bitumineux formés dans la molasse (et notamment sur les sites de Pyrimont et de Challonges).

2.3.7 Marnes d'âge Hauterivien

Elles correspondent à une série à dominante argileuse sous-jacente aux calcaires de l'Urgonien, comprenant des calcaires spathiques argilo-gréseux et des formations marno-calcaires argileuses.

2.3.8 Autres formations sous-jacentes

Les autres terrains sous-jacents sont sédimentaires et sont principalement composés par des séries calcaires bien identifiées jusqu'à l'Aalénien.

2.4 Description des gisements

Dans le périmètre de la concession, entre Seyssel au sud et Bellegarde-sur-Valserine au nord, le bitume est concentré dans les grès d'âge Oligocène et dans les calcaires Urgoniens.

La concession d'asphaltes de Seyssel correspond à l'exploitation des calcaires bitumineux situés au droit du synclinal de Bellegarde-Seyssel.

Les imprégnations de bitume dans la région se retrouvent dans plusieurs horizons et dans plusieurs formations (soit parce que le bitume a migré au sein des formations géologiques soit parce qu'il s'est formé à différentes époques – les hypothèses sont nombreuses et aucune théorie ne semble ressortir des ouvrages cités dans la bibliographie – pièce n°9).

L'asphalte est un calcaire imprégné naturellement et intimement de bitume. Ce calcaire bitumineux a une densité d'environ 2,23. Un bon minerai d'asphalte renferme 5 à 13 % de bitume.

Les analyses du calcaire bitumineux pour 100g sont reprises dans le Tableau 1 ci-après.

Eau perdue à l'étuve à 90°C	1,90 g
Bitume	8 g

¹ : *Enquête critique sur les ressources minérales de la province de la Savoie, 1925, L.MORET*

Carbonate de chaux	89,55 g
Carbonate de magnésie	0,1 g
Alumine et peroxyde de fer	0,15 g
Produits non dosés et pertes	0,3 g

Tableau 1 : Constituant du calcaire bitumineux (Source : Laboratoire des Ponts et Chaussées)

Les résultats des essais de distillation sur le bitume de Pyrimont sont repris dans le Tableau 2.

100°C	5 g de produits volatils
puis vers 200°C	5,2 g de produits volatils
puis vers 250°C	31,2 g de produits volatils
et vers 300°C	27,3 g de produits volatils

Tableau 2 : Essais de distillation du bitume de Pyrimont (Source : Thèse Pittard, 1932)

Soit au total, 68,7 g de produits volatils et 27,9 g de brai (résidu) pour 100 g.

La densité du bitume contenu dans le calcaire de Pyrimont est de 0,9865 et le point d'inflammabilité de 146°.

2.5 Contexte hydrogéologique

Sur le périmètre de la concession de Seyssel, à partir de la surface, les principaux aquifères retrouvés sont décrits ci-après. Aucun piézomètre n'est implanté sur le secteur, permettant de suivre le niveau des différents aquifères.

2.5.1 Alluvions superficielles Quaternaires

Elles sont constitutives d'une nappe généralement libre et pérenne. Cependant, au droit des sites d'exploitation, la configuration du Rhône ainsi que la forme et la nature de la cuvette encaissante, ne permettent pas le développement alluvionnaire que ce soit en rive gauche ou en rive droite. La nappe alluviale n'est réellement existante qu'à partir de la commune de Seyssel à environ 6 km au sud des anciens travaux miniers.

2.5.2 Moraines du Quaternaire et Molasses d'âge Helvétien-Burdigalien

La granulométrie des séries molassique et morainique octroie une perméabilité au sein de laquelle des circulations d'eau sont constatées. Des forages d'eau destinés à l'alimentation en eau potable sont crépinés au droit de la molasse notamment en rive gauche du Rhône. La puissance du bassin est importante à l'ouest (jusqu'à 200 m dans la région de Crempigny) mais tend à diminuer significativement sur les bords du Rhône (quelques mètres).

Les anciens travaux miniers se situent en rive droite du Rhône ce qui limite fortement les possibles relations avec cet aquifère.

2.5.3 Circulations karstiques dans les calcaires Urgoniens

L'environnement hydrogéologique au voisinage des anciens travaux miniers sur la concession de Seyssel est de type karstique notamment dans les formations calcaires de l'Urgonien. Dans cette configuration, les écoulements souterrains empruntent les réseaux de fractures et les réseaux de dissolution pour cheminer à l'intérieur de la roche calcaire.

Les eaux météoriques et superficielles se perdent dans le massif calcaire par infiltration dans les diaclases et ressortent sous forme de sources (captées ou non). Ces sources ou résurgences sont localisées sur les accidents structuraux.

A l'échelle du massif, les circulations souterraines sont complexes et seuls quelques cheminements ont été révélés par des traçages (notamment pour les périmètres de protection des captages AEP). Les captages AEP de la région sont situés à l'écart des travaux miniers [cf. paragraphe 2.5.5]).

Il n'existe cependant aucun ouvrage (forage, piézomètre, sondage, ...) susceptible de donner une information sur le niveau piézométrique de l'eau contenue dans les calcaires Urgoniens en rive droite du Rhône.

Les anciens travaux miniers sont pour la plupart secs du fait de l'absence de fractures drainantes dans le massif encaissant mais aussi du fait de l'altitude (élevée) à laquelle l'exploitation a été réalisée excepté la **mine du Château** (orifice n°2), les **travaux des Lades** (orifices n°16 et 17) et les **travaux du Châtaignier** (orifices n°21 et 22), qui recoupent des écoulements souterrains et permettent un emmagasinement des eaux dans ces anciens travaux miniers.

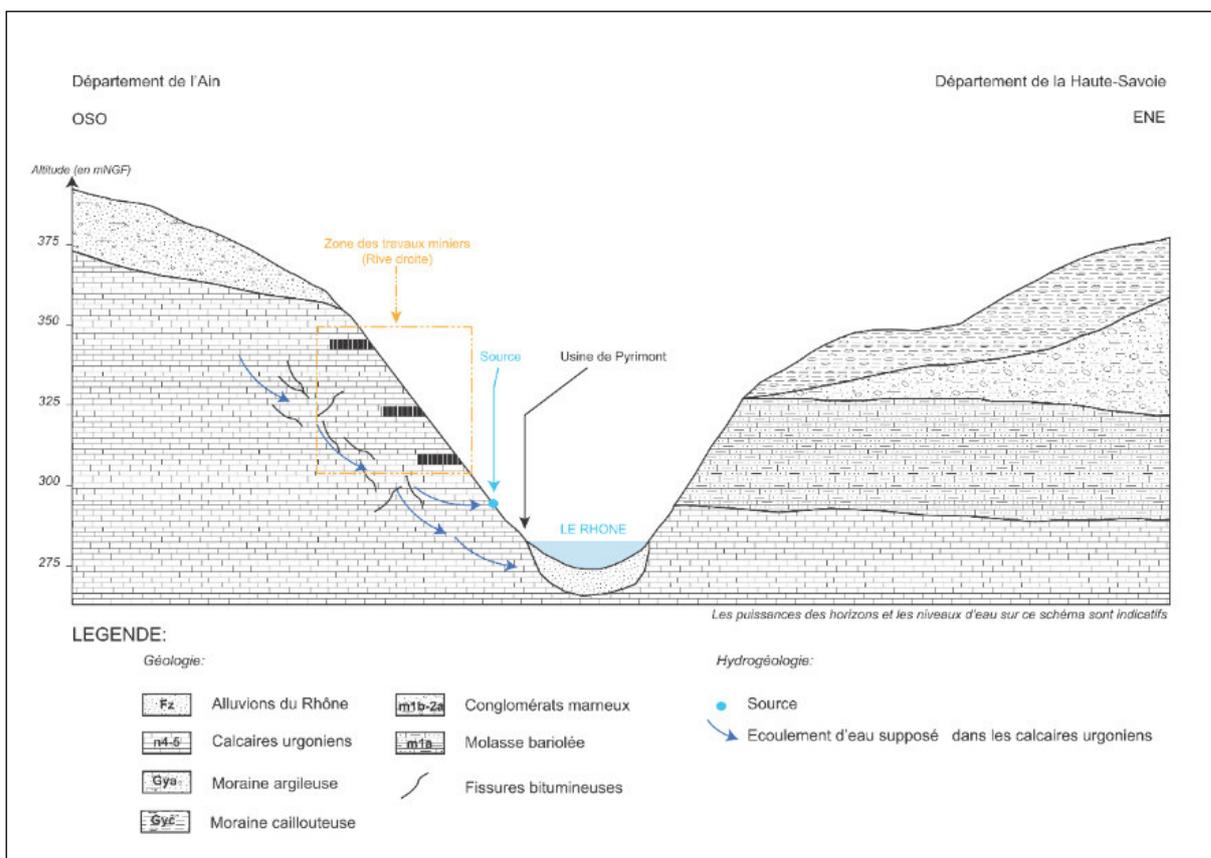


Figure 4 : Schéma de principe positionnant les travaux miniers, le Rhône et la nappe alluviale

2.5.4 SDAGE/SAGE

Le Rhône et ses affluents sont concernés par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Rhône-Méditerranée-Corse. Il fixe les grands principes de gestion de l'eau dans le ce secteur hydrographique afin d'atteindre un bon état des eaux souterraines et superficielles à l'échéance fixée.

La masse d'eau située au droit des anciens travaux minier correspond aux formations variées de l'avant pays savoyard dans le bassin versant du Rhône (FRDG511). L'état écologique et chimique de cette masse d'eau est considéré comme bon. Les mesures spécifiques envisagée sont toutes liées à l'agriculture (fertilisant, azote, nitrate).

2.5.5 Points de captage

AEP

Les points de captage pour l'alimentation en eau potable (AEP) sont peu nombreux aux alentours des anciens travaux miniers d'après la consultation du site de l'ARS (agence régionale de santé) Auvergne Rhône Alpes le 28/07/2021. En rive droite du Rhône, quelques sources destinées à l'AEP se situent en amont topographique et hydrogéologique des anciens travaux d'exploitation : la résurgence captée la plus proche est localisée à 2 km à l'ouest.

Les captages situés en rive gauche du Rhône, sont situés sur un autre bassin versant hydrauliquement, indépendant de celui où sont localisés les anciens travaux miniers et ne sont donc pas retenue comme vulnérable vis-à-vis de l'activité minière de Seyssel.

AEI/particuliers

Les bases de données de la BSS (banque du sous-sol du BRGM) et de la BNPE (Banque Nationale des Prélèvement quantitatifs en Eau) n'ont pas permis de recenser des captages industriels, agricoles ou de particuliers.

Pendant l'exploitation minière

Les documents d'exploitation ne mentionnent pas la mise en place de pompage pour dénoyer les travaux miniers au cours de l'exploitation.

2.6 Zones naturelles

2.6.1 Zone Natura 2000

Les travaux miniers de la concession de Seyssel situés sur les communes de Chanay et Surjoux-Lhopital ne sont pas localisés au droit ou à proximité immédiate d'un site NATURA 2000.

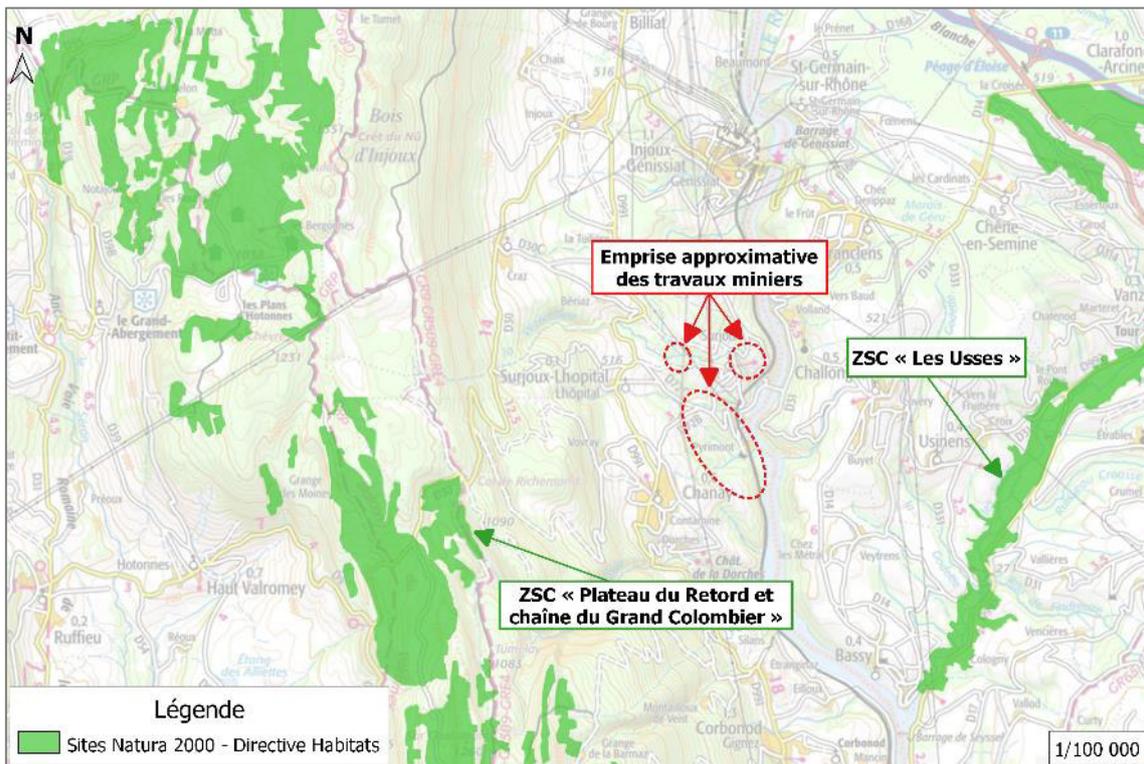


Figure 5 : Localisation des sites NATURA 2000 les plus proches des travaux miniers (Source : DREAL Rhône-Alpes)

Les Zones Spéciales de Conservation (ZSC) les plus proches sont :

- la **ZSC « Les Usses »**, référencée FR8201718, la limite la plus proche du projet étant à environ 3,75 km au sud-est ;
- la **ZSC « Plateau du Retord et chaîne du Grand Colombier »**, référencée FR8201642, la limite la plus proche du projet étant à environ 4 km au sud-ouest.

Les travaux souterrains concernés ne correspondent à aucune des incidences ou activités pouvant avoir des répercussions notables sur les 2 sites Natura 2000 les plus proches.

Par ailleurs, ces deux sites Natura 2000 sont situés à plus de 3,5 km du site.

Ainsi, **les travaux souterrains concernés n'ont pas d'incidence sur les sites Natura 2000.**

2.6.2 Zones ZNIEFF

Les travaux miniers de la concession de Seyssel situés sur les communes de Chanay et Surjoux-L'hôpital ne sont majoritairement pas localisés au droit ou à proximité immédiate des zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique. Seuls **les orifices n°19, n°20, n°21, n°22 sont localisés au droit des zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique** (Figure 6).

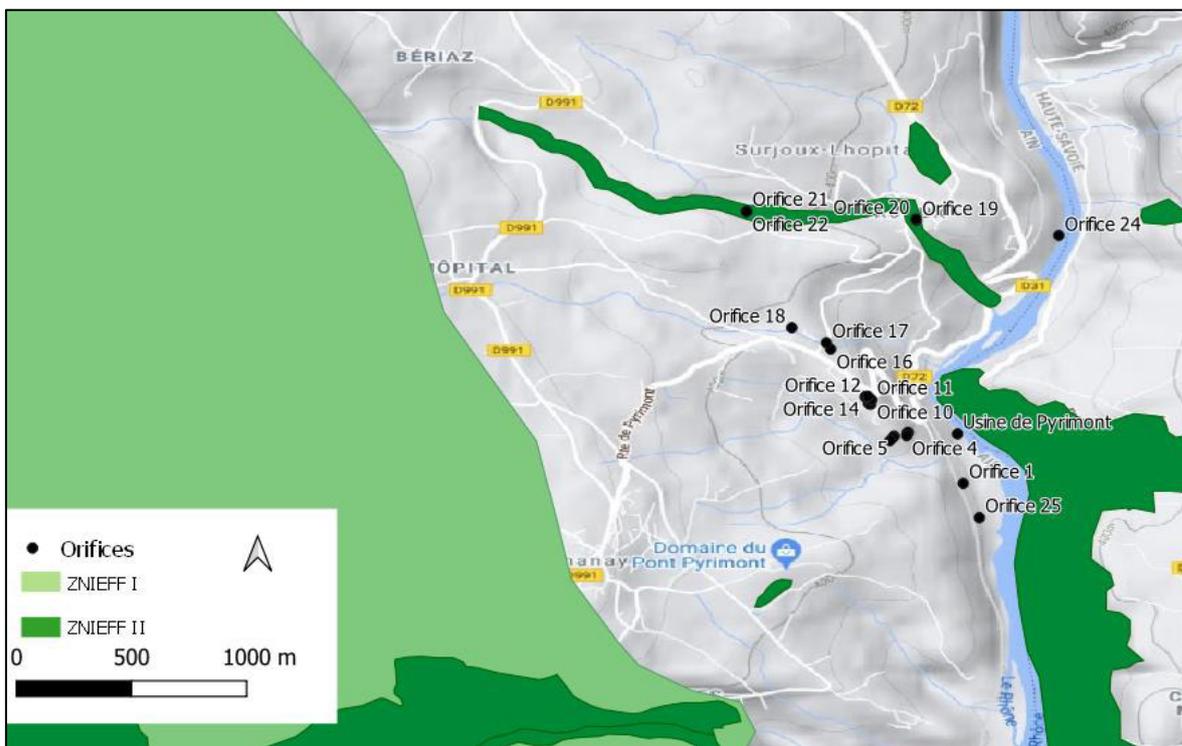


Figure 6 : Localisation des ZNIEFF (Source : DREAL Rhône-Alpes)

2.7 Contexte faunistique des cavités (circulaire du 14/10/2009 modifiant la DIE 200)

La circulaire du 14/10/2009 modifie la DIE 200 (du 06/08/1991), précisant les modalités à mettre en œuvre lors d'une fin de concession minière au regard des enjeux environnementaux notamment vis-à-vis des Chiroptères. Des plans nationaux d'action (PNA) sont élaborés depuis 2007 dans le but d'assurer le bon état de conservation des populations d'une ou de plusieurs espèces. Suite à l'achèvement du deuxième PNA Chiroptères en 2013 et afin de poursuivre la dynamique de conservation engagée, un troisième PNA en faveur des Chiroptères est mis en œuvre depuis 2016 pour une période de 10 ans. La circulaire du 14/10/2009 vient pleinement s'inscrire dans ce PNA pour la conservation des gîtes à Chiroptères.

Les Chiroptères sont un groupe de Mammifères qui constitue souvent des enjeux de conservation, tant par leur statut patrimonial aux niveaux régional, national et européen, que par leur place dans les écosystèmes (insectivores, espèces indicatrices...). Les espèces françaises métropolitaines ainsi que les habitats essentiels à leur cycle biologique, sont protégés par la loi (arrêté du 23 avril 2007, NOR : DEVN0752752A modifié par l'arrêté du 15 septembre 2012).

Le milieu souterrain, qu'il soit d'origine naturelle (grottes, gouffres) ou anthropique (mines, carrières souterraines, tunnels, autres galeries...) constitue des sites particuliers vis-à-vis de certains groupes faunistiques parfois exclusifs dans le cycle annuel ou primordiaux à certaines périodes du cycle annuel des Chiroptères (hibernation, transit, sites d'accouplements, de repos nocturne...). Les interfaces avec le milieu extérieur, ou les 50 premiers mètres, sont aussi utilisés par des invertébrés souvent tout au long de l'année (faune troglophile).

Le projet de fermeture des anciennes mines de Seyssel prend en compte les études environnementales nécessaires à une mise en sécurité compatible avec d'éventuels enjeux écologiques de conservation d'espèces fréquentant ces milieux souterrains. L'Annexe 3 compile les études réalisées en 2012 et en 2021.

Les prospections réalisées au cours de l'hiver 2020-2021 ont permis de conforter le rôle des anciennes mines à bitume de la concession de Seyssel pour l'hivernage de quelques espèces de chauves-souris dont certaines ont un statut patrimonial élevé. Par rapport aux données acquises en hiver 2011-2012, on peut même observer une augmentation sensible pour la mine du château (n°2) et l'hivernage d'un grand rhinolophe dans la mine n°7. Si les effectifs observés demeurent faibles et constituent un enjeu local, par comparaison avec quelques sites majeurs du département de l'Ain, on peut miser sur le fait que la mise en sécurité préconisée pour cinq galeries puisse améliorer la qualité des sites et leur tranquillité. Rappelons que l'étude menée en 2011-2012 mentionnait l'utilisation de ces anciennes mines par les chauves-souris tout au long de l'année, avec une meilleure diversité d'espèces en dehors de la période hivernale.

Une rencontre préalable aux travaux de mise en sécurité pour les mines étudiées et favorables aux chauves-souris quelle que soit la période de l'année (n°2, 7, 16, 17 et 21-22), permettra de valider les préconisations de mise en sécurité, ou de les ajuster en fonction des diverses contraintes techniques liées aux travaux (matériaux, mise en œuvre, accès aux orifices, ...).

3 CIRCULATION DES EAUX SOUTERRAINES ET SUPERFICIELLES

3.1 Eaux superficielles

3.1.1 Sens d'écoulement

Les eaux superficielles du réseau hydrographique présents dans la zone des anciens travaux miniers s'écoulent d'ouest en est et rejoignent le Rhône qui lui s'écoule du nord au sud.

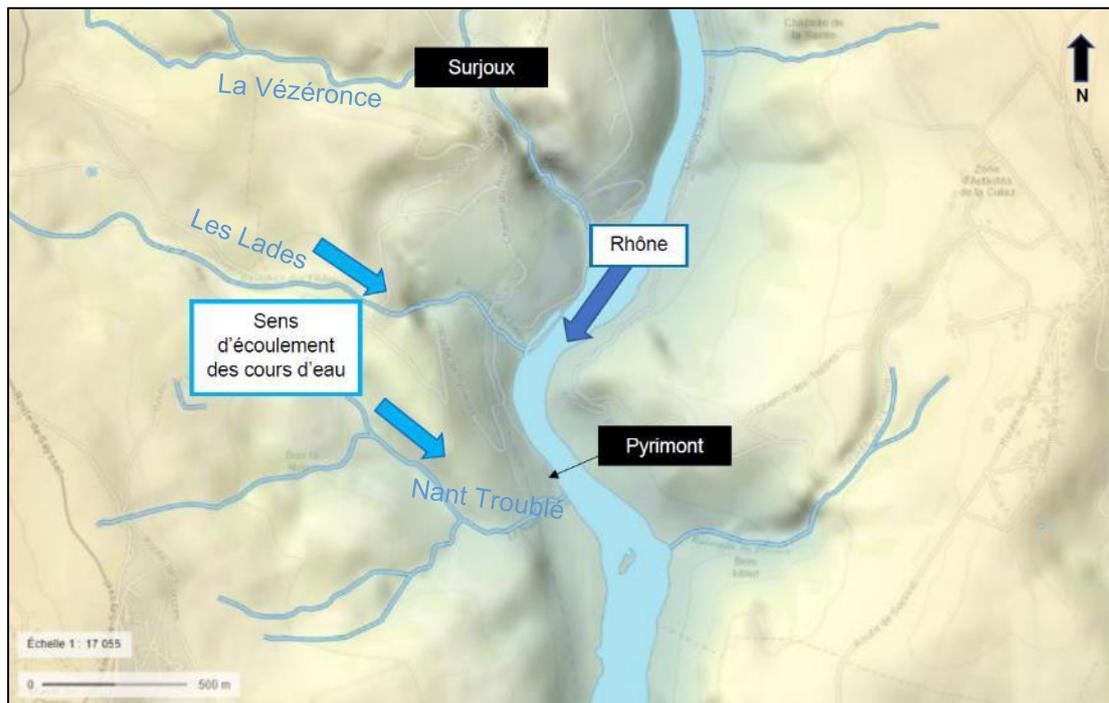


Figure 7 : Écoulements des eaux superficielles

3.1.2 Effets des anciens travaux miniers

L'arrêt des travaux miniers date de la fin des années 1970. Aucune nuisance ou trouble n'a été rapporté en période de post-exploitation.

Les zones sous l'influence des travaux miniers sont localisées sur les plans de la pièce n°2.

Comme la majeure partie des travaux miniers souterrains demeurait hors d'eau, les effets associés sur les eaux de surface sont relativement limités.

Lors des fortes pluies et à la fonte des neiges, **une alimentation occasionnelle** des cours d'eau situés à proximité est observable :

- sur le site 2 (Mine du Château) : l'écoulement se fait de la mine du Château vers le ruisseau du Nant Troublé ;
- sur le site 4 (Les Lades), écoulement en provenance des orifices 17 et 18 vers le ruisseau des Lades.

Le déversement des eaux de mine se fait dans les cours d'eau les plus proches par écoulement naturel et gravitaire. Le volume d'eau transitant dans ces travaux miniers et rejoignant le réseau hydrographique est marginal. Le débit de trop-plein est fonction des précipitations et de la saisonnalité, et varie approximativement de quelques litres à quelques dizaines de litres par minute.

Les modifications topographiques dues aux travaux miniers n'ont pas engendré en surface de zones inondées ou inondables étant donné l'étendue limitée des travaux mis au jour sur le secteur.

Les dispositions envisagées pour la condamnation des orifices décrit dans la **pièce 3bis** (généralement dispositif avec drain) n'auront pas d'impact sur le réseau hydrographique et sur les nappes phréatiques autre que celui décrit précédemment (la libre circulation des eaux étant un état naturel à maintenir).

En outre, les observations faites sur le terrain par comparaison aux photographies aériennes anciennes, attestent que les cours d'eau ont maintenu leur tracé, leur écoulement et vraisemblablement leur régime.

3.2 Eaux souterraines

3.2.1 Sens d'écoulement

En rive droite du Rhône, le système d'écoulement des eaux souterraines au sein des calcaires Urgonien est karstique.

Il n'y a pas de données piézométriques à l'échelle de la zone d'étude décrivant les circulations de l'eau au sein des horizons calcaires. Les seules données piézométriques disponibles sur le secteur sont les sources relevées aux alentours des anciens travaux miniers.

Quelques traçages et études scientifiques (cf. Annexe 2) ont été réalisés localement sur ces aquifères karstiques mais ils ne permettent pas de déterminer leur fonctionnement à l'échelle régionale.

3.2.2 Effets des anciens travaux miniers

Les galeries de mines n'ont pas intercepté de galeries karstiques de grande ampleur. Les travaux miniers sont pour la plupart à sec, quelques galeries restées ouvertes présentent quelques fois de l'eau de pluie infiltrée (et les eaux de transit issues des calcaires).

Suivant les saisons et les précipitations, ces galeries génèrent des apports d'eau. Dans ce cas, l'eau rejoint le réseau hydrographique le plus proche. Le débit reste faible (dans la gamme de ce qui ruisselle ou qui suinte naturellement à l'écart des travaux miniers soit de l'ordre de quelques dizaines de l/mn).

3.2.2.1 Mine du Château

Le vide souterrain dont l'entrée est l'orifice n°2 de la mine du Château représente la zone des anciens travaux souterrains où la circulation et l'accumulation d'eau est la plus importante. D'après les observations (stalactite, dépôt calcaire, suintements), ces venues d'eau sont principalement issues de l'infiltration à travers les calcaires Urgoniens plus fracturés dans certaines zones de la mine comme le montre la Figure 8.



Figure 8 : Photos des parois de la Mine du Château (avril 2021)

Les reconnaissances sonar et laser menées en 2007 par FLODIM (Figure 10) ont montré que :

- le volume total des vides souterrains était estimé à environ 2 600 m³. La modélisation de la mine a été réalisée par laser ;
- le volume d'eau retenu au niveau de la mine était estimé à environ 450 m³ avec une profondeur du niveau d'eau maximum mesuré à 2,50 m. L'étendue et la profondeur de la retenue d'eau ont été mesurées par sonar (sur catamaran).

L'envolement de la cavité de l'orifice est donc d'environ 17% et reste stable au regard des observations et des mesures qui ont été faites en post-exploitation. L'effet de la saisonnalité sur le niveau de la retenue présente dans la mine ainsi que le débit à l'exutoire reste faible.

Le trop-plein (débordement) de la mine du Château (Figure 9), permet probablement le maintien des eaux du lac et l'infiltration des eaux en direction du ruisseau du Nant Troublé. Aucun autre exutoire n'a été visuellement identifié.

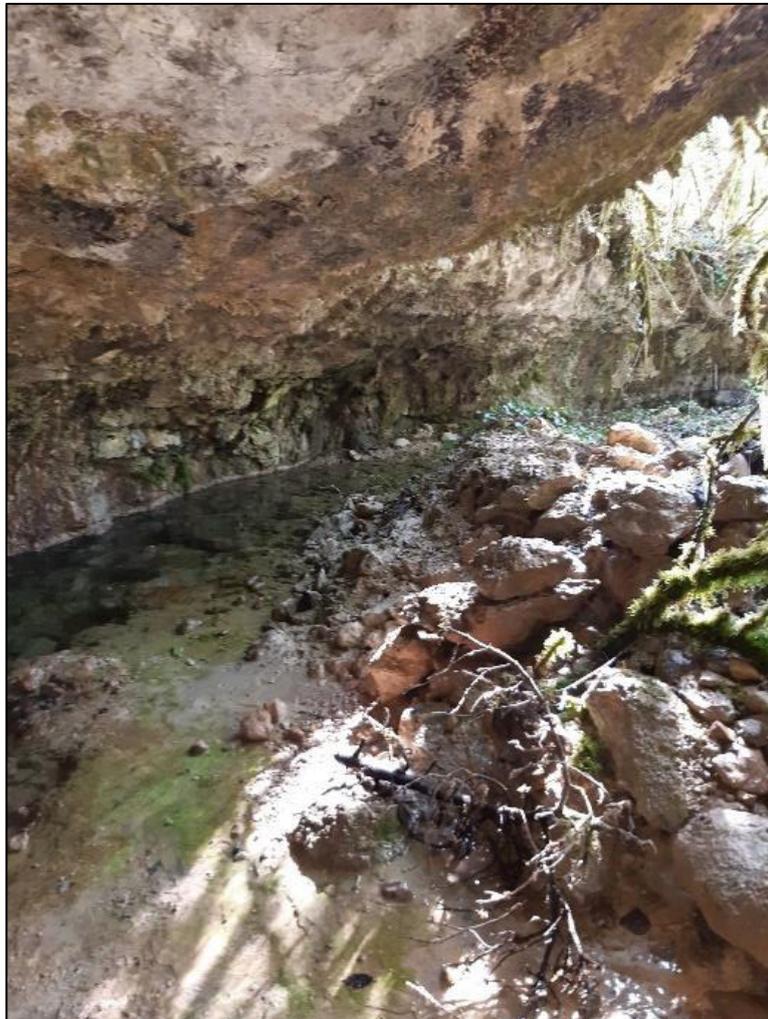


Figure 9 : Exutoire de la mine du Château par trop plein

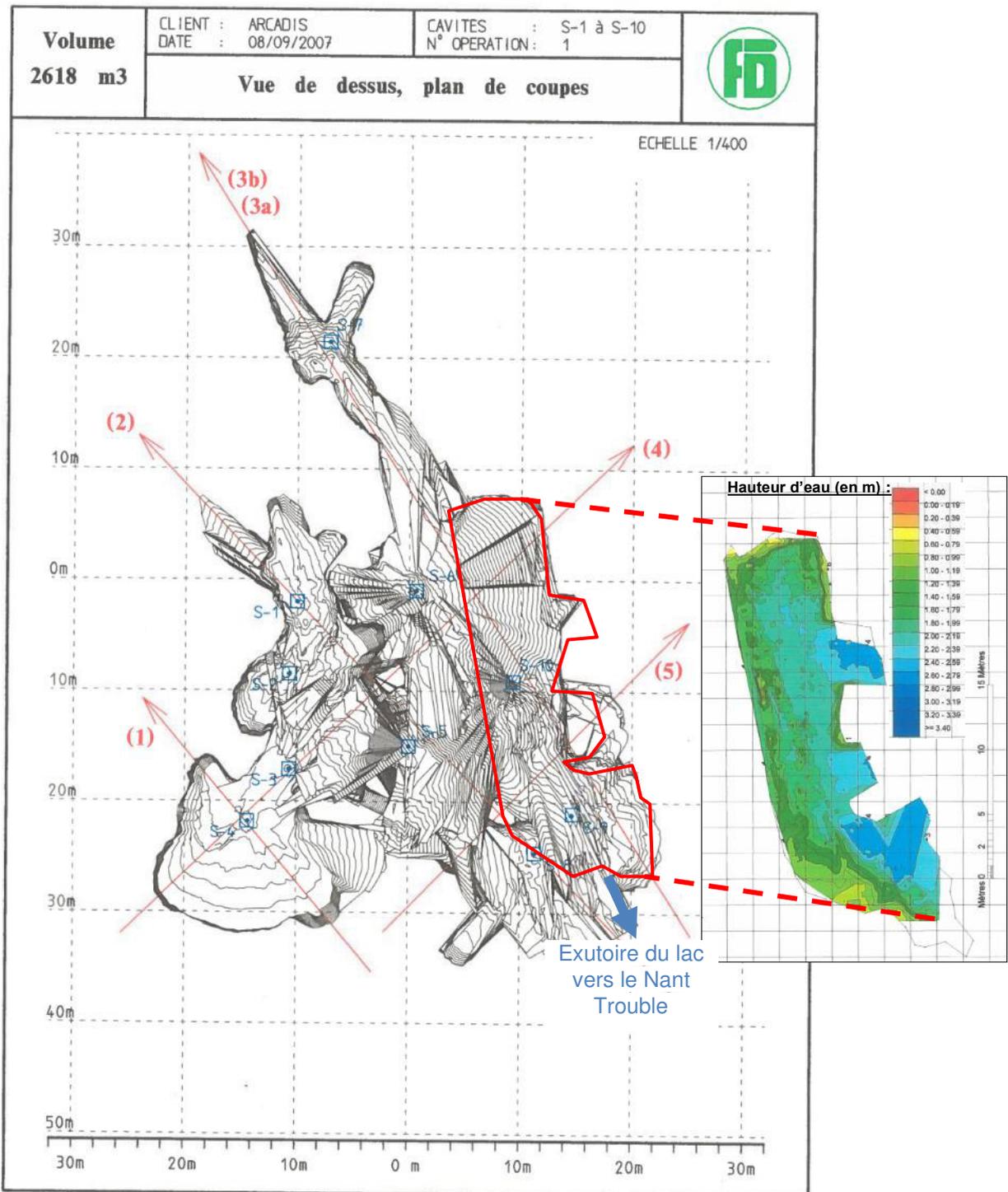


Figure 10 : Vue en plan de la mine du Château et de l'emplacement de la rétention d'eau (Source : FLODIM)

3.2.2.2 Galerie des Lades, orifice n°17

Les résurgences karstiques constatées dans la galerie des Lades (Figure 11) ne sont pas significatives, le débit reste relativement faible (quelques litres par secondes) et ne sont pas pérennes. L'orifice n°17 était notamment à sec lors de la tournée de prélèvement d'eau réalisée en septembre 2021.

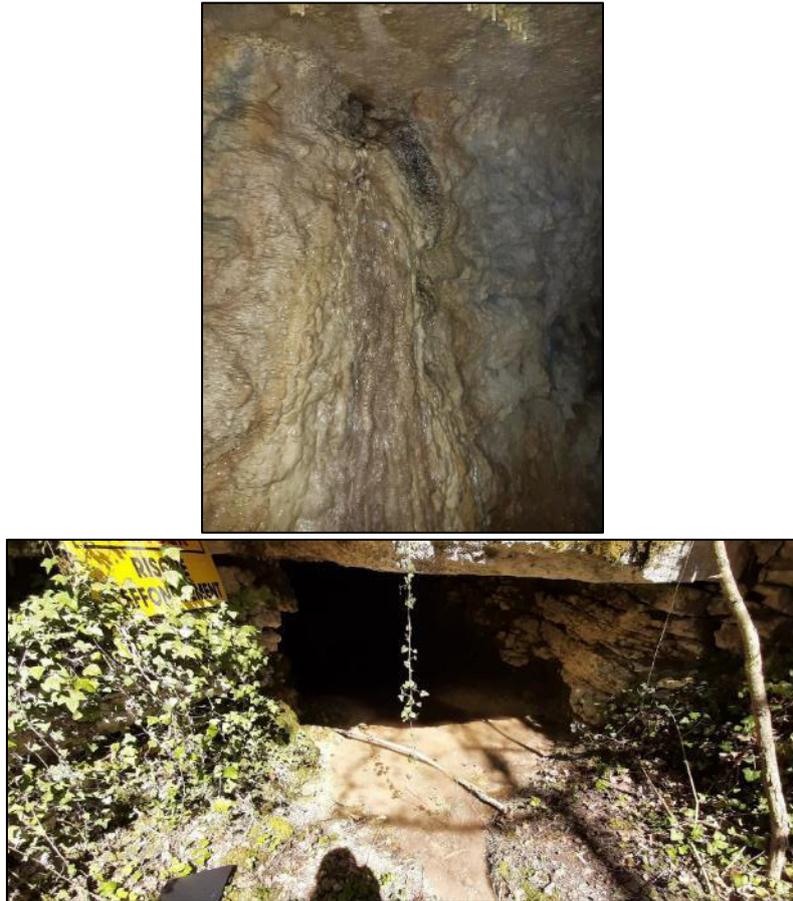


Figure 11 : Galerie des Lades

3.2.2.3 Site des Lades, orifice n°18

La cavité associée à l'orifice 18 est marquée par la présence d'eau dont l'origine est inconnue.

3.2.2.4 Site de Vézéronce, orifices n°19 et 20

Les cavités associées aux orifices 19 et 20 se caractérisent par un ennoisement partiel en période de crue de la Vézéronce.

3.2.2.5 Site des Châtaigniers, orifices n°21 et 22

Les cavités associées aux orifices 21 et 22 sont partiellement ennoyées.

3.3 Relations eaux superficielles / eaux souterraines

Les eaux météoriques, après infiltration dans les horizons superficiels, circulent via les fractures et diaclases, de façon gravitaire, vers les horizons plus profonds. Les différents chenaux rejoignent la partie basse de la vallée (vallée du Rhône). Ce système hydrogéologique présente comme principales caractéristiques :

- des vitesses de circulations rapides au sein des conduites karstiques ;
- un temps de transfert relativement court ;

- un réservoir peu capacitif au sein des conduites karstiques (la fonction capacitive est assurée principalement par les zones fissurées et micro-fissurées, qui est le siège de vitesses d'écoulement plus lente) ;
- une grande complexité des circulations des eaux souterraines, de grandes distances pouvant exister entre les lieux d'alimentation et les sources.

Les petits ruisseaux affluents du Rhône sont alimentés en partie par les eaux météoriques et la résurgence des eaux infiltrées mais peuvent également, par débordement, alimenter le réseau karstique par le biais de pertes, des fractures présentes dans leurs lits.

La vallée du Rhône est occupée par des matériaux d'origine fluvioglacière qui masquent les exutoires, au droit de la zone d'étude, il n'est donc pas possible de déterminer si le Rhône est préférentiellement perdant ou drainant.

3.4 Données relatives à l'exhaure

Il n'existe pas d'exhaure complémentaire lié au procédé d'extraction et de traitement. En revanche, les écoulements décrits précédemment peuvent être assimilés à des écoulements karstiques du fait de leur présence au sein des anciens travaux miniers.

4 QUALITE DES SOLS, DES EAUX ET DES SEDIMENTS

4.1 Données disponibles sur les différents milieux

Les données disponibles sur les milieux **avant le début de l'exploitation** sont impossibles à obtenir dans la mesure où les premiers travaux datent de 1797.

Les données disponibles sur les milieux **après l'exploitation** sont :

- des données collectées par Arcadis. En effet, des investigations environnementales ont été menées au droit de l'usine de Pyrimont par Arcadis :
 - en juin 2007, afin de caractériser la qualité des sols ;
 - en novembre 2013, afin de compléter la caractérisation la qualité des sols au droit de l'ancienne usine selon un maillage plus fin ;
 - et en avril 2018, afin de compléter la caractérisation la qualité des sols au droit de l'ancienne usine selon un maillage plus fin pour les besoins de l'EQRS et afin de réaliser des échantillons sur la matrice eau (résurgences et eaux superficielles) ;
 - en juillet et septembre 2021 des études complémentaires ont été menées sur les milieux sols, eaux et sédiments.
- les données sur la qualité des eaux de surface de la base de données Nayades (<http://www.naiades.eaufrance.fr> consulté le 12/08/2021) ;
- les données sur la qualité des eaux souterraines de la base de données ADES (<https://ades.eaufrance.fr/> consulté le 12/08/2021).

L'ensemble des rapports d'Arcadis est joint en Annexe 6.

Les principaux résultats et conclusions de ces études sont présentés pour chaque type de milieu, dans les paragraphes suivants. La localisation des différents points d'échantillonnage est présentée en Annexe 7.

4.2 Calcaire bitumineux

Le calcaire bitumineux n'ayant pas été observé lors de la réalisation des sondages à la pelle mécanique en juillet 2021, un échantillon a donc été prélevé au niveau de l'orifice n°2 de la Mine du Château, sur une paroi où ce dernier affleurerait.

Les résultats analytiques sur brut ont indiqué :

- la présence des **8 ETM**, dont les concentrations n'excèdent pas 10 mg/kg MS pour les plus significatives. Cinq ETM présentent une concentration comprise dans la gamme ASPITET ;
- la présence notable d'**hydrocarbures C₁₀-C₄₀** avec une somme de 13 000 mg/kg MS. Les fractions les plus lourdes ont été identifiées (fractions C16 - C21 et C21 - C35). La concentration est supérieure au seuil de l'arrêté du 12/12/2014 (500 mg/g MS) ;
- la présence de **HAP**, la somme des 16 HAP (1 mg/kg MS) étant inférieure au seuil de l'arrêté du 12/12/2014 (50 mg/g MS). Certains composés HAP présentent des dépassements des valeurs de comparaison (fond géochimique « sols ruraux »), le maximum ayant été mesuré pour le Indéno(1.2.3-cd)pyrène avec 0,19 mg/kg MS ;
- la faible présence d'**hydrocarbures C₅-C₁₀** avec une somme égale à 10 mg/kg MS. Les fractions volatiles sont faiblement représentées par rapport aux fractions

lourdes, ce qui est cohérent avec les observations déjà menées auparavant sur les sols en place.

Les résultats d'analyses sur l'échantillon de calcaire bitumineux lixivié indiquent :

- un pH basique et une conductivité plutôt faible ;
- de faibles teneurs pour les **8 ETM**, toutes inférieures aux seuils de l'arrêté du 12/12/2014 ;
- la présence d'**hydrocarbures C₁₀-C₄₀** avec une somme de 20 mg/kg MS ;
- de faibles teneurs pour les **HAP**, la somme étant égale à 0,008 mg/kg MS ;
- de faibles teneurs pour les **hydrocarbures C₅-C₁₀**, la somme étant égale à 0,3 mg/kg MS.

Comme attendu, les résultats sur le calcaire bitumineux naturellement en place ont indiqué une forte présence en hydrocarbures lourds, et dans une moindre mesure, la présence de HAP (en concentrations modérées toutefois) et en ETM. Les hydrocarbures légers sont quant à eux, faiblement représentés. Les faibles teneurs mesurées sur les lixiviats indiquent un faible potentiel de lixiviation de la roche naturelle, c'est-à-dire un faible potentiel de migration de ces composés des sols vers les eaux superficielles et/ou souterraines.

4.3 Données disponibles sur les sols

Des investigations environnementales ont été menées par Arcadis :

- en juin 2007, afin de caractériser la qualité des sols au droit de l'usine de Pylimont ;
- en novembre 2013, afin de compléter la caractérisation de la qualité des sols au droit de l'ancienne usine de Pylimont selon un maillage plus fin ;
- en avril 2018, afin de compléter la caractérisation de la qualité des sols au droit de l'ancienne usine de Pylimont selon un maillage plus fin pour les besoins de l'EQRS ;
- et en juillet 2021, afin de compléter la caractérisation de la qualité des sols au droit de l'ancienne usine de Pylimont, pour connaître le potentiel lixiviable des composés hydrocarbures et HAP ainsi que sur le site d'En Chalavray, jamais investigué auparavant. L'EQRS a également été mise à jour.

Les principaux résultats et conclusions de ces études sont présentés dans le Tableau 3 ci-après. Les localisations des anciennes installations et des points de sondages sont présentées en Annexe 7.

Date Investigations menées sur les sols

Synthèse

Ancienne usine de Pyrimont :

Hydrocarbures : teneurs remarquables (entre 2,2 et 3,4 g/kg) dans les sols situés sur la tranche 0 à 0,5 m dans l'atelier 2 dans une bande de sol non dallée ainsi que sur le point situé en dehors du bâtiment au droit de S6 [2 à 2,5 m]. Les concentrations en hydrocarbures observées dans les terrains de surface (2 à 3 g/kg) sont de l'ordre de grandeur de ce qu'il est possible de trouver dans le calcaire bitumeux, il n'y a donc pas vraiment d'anomalie par rapport au fond géochimique local puisque ce dernier est affleurant dans la zone de la concession. Les hydrocarbures observés dans les terrains de surface sont toutefois vraisemblablement reliés aux activités passées exercées sur le site. Les coupes réalisées montrent que ce sont très majoritairement des fractions lourdes (au-delà de C₁₆), donc peu volatiles et qui ne disposent pas de Valeur Toxicologique de Référence par inhalation (VTR) ; en revanche tous ces hydrocarbures sont toxiques par ingestion.

2007 Phénols et HAP, ils ne sont présents qu'au droit de S5 [1 à 1,4 m] dans l'atelier 2, avec 0,5 mg phénol/kg et environ 1 mg HAP/kg.

ETM, les espèces chimiques sont indétectables à l'analyse ICP. L'analyse par spectrométrie de masse plus précise, a permis de mettre en évidence la présence de quelques ETM dans les sols à des concentrations ordinaires, à l'exception des sols au droit de S5 [1 à 1,4 m] dans l'atelier 2 qui présentent une anomalie en plomb (240 mg/kg).

A noter qu'à défaut de bruit de fond local, c'est l'étude ASPITET qui sert de critère de référence pour la comparaison des concentrations. Ainsi, seuls le cuivre (70 mg/kg au droit de S5 [1 à 1,4 m]), le mercure (0,2 mg/kg au droit de S5 [0,5 à 1 m]) et le plomb (240 mg/kg au droit de S5 [1 à 1,4 m]) présentent des concentrations supérieures aux gammes de valeurs ASPITET. Le mercure est le seul métal volatil aux conditions normales de températures et de pressions, mais il est détecté à l'état de traces peu significatives.

Par ailleurs, pour apprécier la mobilité des ETM et le risque d'impact sur les eaux, un test de lixiviation a été réalisé. Il montre que les ETM sont peu ou pas lixiviables.

Ancienne usine de Pyrimont :

Hydrocarbures C₁₀-C₄₀ : teneurs significatives, avec jusqu'à 4,1 mg/kg sur la zone haute (bacs de stockage + zone 1 de l'excavation) et entre 0,2 et 1,2 mg/kg sur la zone basse au niveau des anciens ateliers et de l'ancienne forge. La répartition plutôt aléatoire des concentrations mesurées souligne le caractère hétérogène du marquage « hydrocarbures » sur le plan spatial. Le double échantillonnage réalisé au niveau des anciens bacs de stockage (zone haute) semble montrer une stratification des concentrations en hydrocarbures : plus importantes en surface, elles diminuent en profondeur. Cette hypothèse n'est pas vérifiable au niveau des anciens ateliers (zone basse).

ETM sur brut : Les dépassements constatés sur les ETM au regard des valeurs de comparaison considérées en 2013 (charte FNADE) sont :

- 2013**
- **l'arsenic** : les dépassements constatés concernent :
 - en zone haute : les sondages PM2, PM3, PM4 et PM5 au niveau des anciens bacs de stockage ainsi que la zone 1 jusqu'à une concentration maximale de 330 mg/kg ;
 - en zone basse : les sondages PM6, PM8 et PM15 ainsi que la zone 2 excavée correspondant à l'ancienne forge jusqu'à une concentration maximale de 150 mg/kg.
 - le **mercure** : les dépassements concernent exclusivement la zone des anciens ateliers au niveau des sondages PM6 et PM8 jusqu'à une concentration maximale de 53 mg/kg ;
 - le **plomb** : comme pour le mercure, les dépassements concernent les sondages PM6 et PM8 jusqu'à une concentration maximale de 370 mg/kg.

L'arsenic est présent à l'échelle globale du site alors que les concentrations les plus importantes en mercure et en plomb ont été relevées au niveau des anciens ateliers.

Ainsi, globalement, au niveau de l'atelier 2, le sol est légèrement marqué en hydrocarbures. Des teneurs notables en cuivre, mercure et plomb sont mises en évidence au droit de S5. En revanche, au niveau de l'atelier 1, le sol est peu marqué.

ETM peu ou pas lixiviables.

Existence d'une problématique en lien avec les hydrocarbures au droit du site. Si la mise en évidence de teneurs notables en hydrocarbures pouvait être attendue au vu du contexte géologique local (calcaire bitumineux affleurant au droit du site d'étude), les concentrations observées dans les terrains de surface sont toutefois vraisemblablement d'origine anthropique (concentration de ces composés du fait des anciennes activités du site) ;

Existence d'un bruit de fond en ETM au droit du site, avec certaines teneurs dépassant les bruits de fond de référence (pour le plomb, l'arsenic, le mercure, et le cuivre). Les ETM mis en évidence présentent toutefois un caractère peu lixiviable ;

Absence de problématique en lien avec les phénols, les PCB et les HAP, sur la base des données disponibles.

Date	Investigations menées sur les sols	Synthèse
2018	<p>Les ETM présents dans les sols ne sont pas lessivables (l'ensemble des concentrations en ETM relevées sur lixiviats présentent des teneurs inférieures aux seuils ISDI). De plus, aucun dépassement n'a été constaté pour les ETM suivants : cadmium, chrome, cuivre, zinc.</p> <p>Phénols et HAP, des teneurs en HAP ont été ponctuellement détectées sur les zones ayant fait l'objet d'investigations (zones 1 à 3) mais à des concentrations très en-dessous des valeurs de comparaison considérées.</p> <p>PCB, les mesures en PCB réalisées sur la zone de l'ancien transformateur sont toutes inférieures à la limite de quantification du laboratoire.</p> <p>Ancienne usine de Pyrimont :</p> <p>Existence d'une problématique liée aux hydrocarbures (dont les HAP) :</p> <ul style="list-style-type: none">Les fractions majoritaires correspondent aux C₂₂-C₄₀ (fractions non volatiles). Les HAP sont mis en évidence dans les sols caractérisés, sans toutefois présenter de dépassements des seuils d'acceptation en ISDI.La répartition des teneurs en hydrocarbures montre des zones présentant des concentrations de l'ordre de 1 200 à 4 400 mg/kg pour la somme des HC C₁₀-C₄₀ au droit de l'ancienne usine. <p>Existence d'un bruit de fond en ETM : avec des dépassements d'une ou plusieurs valeurs de comparaison au droit de la majorité des sondages (gamme ASPITET correspondant aux valeurs couramment observées dans les sols ordinaires de toutes granulométries). Les concentrations sur lixiviats pour l'arsenic, le mercure et le plomb restent toutefois inférieures aux seuils d'acceptation en ISDI, et ne témoignent pas d'un potentiel important de migration de ces ETM vers les eaux superficielles et/ou souterraines.</p> <p>Les PCB ont été analysés à titre de vérification dans les sols prélevés en PM30 et PM31, implantés en périphérie de l'emplacement de l'ancien transformateur de l'usine. Toutes les teneurs pour sont inférieures aux limites de quantification.</p> <p>Les COHV ont également été analysés à titre de vérification au droit des sols prélevés en PM19 à PM19quin, ainsi qu'en PM20, PM21, et PM25. Ces sondages sont implantés en périphérie de l'emplacement de l'ancienne forge. Toutes les teneurs pour sont inférieures aux limites de quantification.</p>	<p>Existence d'une problématique liée aux hydrocarbures au droit du site, en lien avec le bruit de fond naturel (calcaires bitumineux).</p> <p>Existence d'un bruit de fond en ETM.</p> <p>Absence de problématique en lien avec les PCB et les COHV, sur la base des données disponibles.</p>
2021	<p>Ancienne usine de Pyrimont :</p> <p>La présence d'hydrocarbures C₁₀-C₄₀ sur les trois échantillons bruts prélevés en surface, en cohérence avec les teneurs mesurées lors des précédentes investigations (maximum sur PM2021-USI-2, avec 5 520 mg/kg MS). Pour les analyses sur lixiviat il est noté, l'absence d'hydrocarbures C₁₀-C₄₀ sur le point PM2021-USI-1 et de faibles teneurs sur les deux autres échantillons (maximum mesuré sur PM2021-USI-2 avec 1,63 mg/kg MS) ;</p> <p>La présence de HAP sur les trois échantillons bruts prélevés en surface, en cohérence avec les teneurs mesurées lors des précédentes investigations (maximum sur PM2021-USI-2, avec 22 mg/kg MS). Pour les analyses sur lixiviat il est noté, l'absence/quasi absence (teneurs similaires aux limites de quantification du laboratoire) de HAP sur les trois échantillons prélevés</p> <p>L'absence/quasi absence (teneurs similaires aux limites de quantification du laboratoire) d'hydrocarbures C₅-C₁₀ sur les trois échantillons bruts prélevés en surface, en cohérence avec les teneurs mesurées lors des précédentes investigations et la faible teneur mesurée sur le calcaire bitumineux nature. Pour les analyses sur lixiviat il est noté, l'absence de détection d'hydrocarbures C₅-C₁₀ sur les trois échantillons prélevés</p> <p>En Chalavray</p> <p>La présence de ETM (excepté le cadmium) sur l'ensemble des échantillons bruts prélevés, dont les teneurs sont inférieures aux gammes ASPITET. Les ETM ont été mesurés à des concentrations plus faibles que dans les calcaires bitumineux. Pour les analyses sur lixiviat il est noté, l'absence de détection des 8 ETM.</p> <p>La présence d'hydrocarbures C₁₀-C₄₀ sur les cinq échantillons à des teneurs comprises entre 252 à 1 910 mg/kg MS. Les trois échantillons suivants : PM2021-CHA-1, PM2021-CHA-3 et PM2021-CHA-4, prélevés en surface, ont présenté des teneurs supérieures au seuil de l'arrêté du 12/12/2014 (500 mg/kg MS) mais inférieures à la teneur du calcaire</p>	<p>Ancienne usine de Pyrimont :</p> <p>Nous rappelons que les points d'échantillonnage ont été sélectionnés sur la base des précédentes investigations, c'est-à-dire au droit de localisations ayant montré de fortes teneurs en hydrocarbures C₁₀-C₄₀, afin de caractériser le potentiel lixiviable des sols.</p> <ul style="list-style-type: none">les résultats sur les trois échantillons bruts ont indiqué, que, comme lors des précédentes investigations, des teneurs significatives en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ ont été mesurées au droit des trois points échantillonnés. Toutefois ces teneurs sont inférieures à celles de l'échantillon de calcaire bitumineux prélevé et sont donc sans doute en lien avec le bruit de fond naturel des calcaires bitumineux extraits dans le secteur et transformés historiquement sur l'usine ; les teneurs en HAP totaux sur brut sont inférieures à la valeur de comparaison ;les faibles teneurs mesurées en hydrocarbures comme en HAP sur les lixiviats indiquent un faible potentiel de lixiviation des sols, donc un faible potentiel de migration de ces composés des sols vers les eaux superficielles et/ou souterraines. <p>En Chalavray</p> <p>Les résultats sur les cinq échantillons bruts ont indiqué :</p> <ul style="list-style-type: none">de teneurs significatives en hydrocarbures C₁₀-C₄₀. Tout comme le site de l'ancienne usine de Pyrimont, il est mis en évidence l'existence d'une problématique en lien avec les hydrocarbures au droit de ce site, sans doute en lien avec le bruit de fond naturel (calcaires bitumineux remobilisés en surface par des activités anthropiques) ;

Date	Investigations menées sur les sols	Synthèse
	<p>bitumineux naturel. Pour les analyses sur lixiviat il est noté, l'absence/quasi absence (teneurs similaires aux limites de quantification du laboratoire) d'hydrocarbures C10-C40.</p> <p>La présence d'HAP sur les cinq échantillons à de faibles teneurs comprises entre 0,05 mg/kg MS et 1,10 mg/kg MS. Toutefois, toutes les concentrations sont inférieures au seuil de l'arrêté du 12/12/2014 (50 mg/kg MS) et similaires ou supérieures à la teneur du calcaire bitumineux naturel. Certains composés HAP présentent des dépassements des valeurs de comparaison (fond géochimique « sols ruraux »). Pour les analyses sur lixiviat il est noté, l'absence de détection d'HAP.</p> <p>L'absence de détection d'hydrocarbures C5-C10 sur les cinq échantillons prélevés. Pour les analyses sur lixiviat il est noté, l'absence de détection d'hydrocarbures C5-C10.</p>	<ul style="list-style-type: none">la présence dans une moindre mesure d'ETM avec des dépassements modérés de valeurs de comparaison (gamme ASPITET) correspondant aux valeurs couramment observées dans les sols ordinaires de toutes granulométries ;et enfin, de faibles teneurs en HAP (sans dépassement du seuil d'acceptation en ISDI). Nous rappelons que les HAP appartiennent à la famille des hydrocarbures, et sont, de fait, compris dans la quantification des hydrocarbures C10-C40. Leur mise en évidence au droit des deux sites d'étude est donc également cohérente avec le contexte géologique local, ainsi qu'avec l'historique des activités du site ; <p>Toutefois, les faibles teneurs mesurées sur les lixiviats indiquent un faible potentiel de lixiviation des sols, c'est-à-dire un faible potentiel de migration de ces composés des sols vers les eaux superficielles et/ou souterraines.</p>

Tableau 3 - Synthèse des résultats des études environnementales

4.4 Données disponibles sur les eaux superficielles

4.4.1.1 Résultats d'analyses de la base de données Naiades

Les données disponibles dans le secteur sont :

- Sur le Rhône à :
 - Injoux-Génissiat situé à l'amont des travaux miniers, où seules des données de 2008 sont disponibles ;
 - Seyssel, situé à l'aval des travaux miniers, où seules des données de 1995 et 1996 sont disponibles ;
- Sur la Vézéronce à :
 - Injoux-Génissiat, situé à l'amont des travaux miniers, où seules des données de 2015 sont disponibles ;
 - Surjoux-Lhopital situé à l'amont des travaux miniers, où des données de 1999 à 2019 sont disponibles ;
 - Surjoux-Lhopital situé à l'aval des travaux miniers, où seules des données de 2015 sont disponibles.

Les dates et les paramètres analysés ne permettent pas une analyse poussée des résultats et de quantifier un éventuel impact des travaux miniers sur les eaux de surface. Cependant, les composés (en lien possible avec l'ancienne exploitation) pour lesquels les analyses, pratiquées sur les eaux prélevées au droit des points SIE1, SIE2 et SIE3, étaient supérieures au seuil de détection sont :

- le carbone organique total (COT) avec une concentration mesurée sur le point SIE2 comprise entre 0,9 à 3,7 mg/l, respectivement en mai 2015 et octobre 2011 ;
- le plomb avec une concentration mesurée en l'aval à 0,009 mg/l au point SIE3.

Les chroniques des analyses sont disponibles en Annexe 5.

4.4.1.2 Résultats d'analyses des points de mesure au niveau et dans le secteur de l'ancienne exploitation minière

Les prélèvements d'eaux superficielles ont été réalisés :

- en mars 2006 par Arcadis et les analyses réalisées par le laboratoire Wessling accrédité COFRAC ;
- en avril 2018 et en 2021 par Arcadis et les analyses réalisées par le laboratoire Eurofins accrédité COFRAC.

Les résultats d'analyses sont présentés dans le tableau 4 et les bordereaux d'analyses du laboratoire en Annexe 5.

Les résultats analytiques indiquent :

- pour toutes les campagnes menées, excepté en avril 2018, des teneurs toutes inférieures aux limites de quantification du laboratoire sur l'ensemble des prélèvements effectués sur les eaux superficielles ;
- en effet, en 2018, des traces en HAP ont été mesurées sur le Nant Troublé et le Rhône amont. Les HAP détectés dans le Nant Troublé aval lors des analyses de 2018 sont le naphthalène (0,03 µg/l), l'acénaphthylène (0,01µg/l), l'acénaphthène (1,2 µg/l), le Fluorène (0,15), l'anthracène (0,01µg/l), le fluoranthène (0,04µg/l) et le pyrène (0,02 µg/l). Il s'agit

de valeurs faibles d'émission de HAP toutefois, le fluoranthène est une substance prioritaire qui a pour objectif de réduction de 10 % fixé par le SDAGE, le naphthalène (substance prioritaire) et l'anthracène (substance prioritaire dangereuse) ont pour objectif de réduction de 30 % fixé par le SDAGE ;

- lors des deux campagnes de 2021, aucune trace de HAP n'a été retrouvé sur le Nant Troublé aval et le Rhône amont. **Ces résultats confirment également l'absence de migration des impacts observés dans les sols vers les eaux superficielles.**

Paramètre analysé	Ruisseau des Lades	Rhône amont			Rhône aval				Le Nant Troublé amont				Le Nant Troublé aval		
		Date	Mars 2006	Avril 2018	Juillet 2021	Septembre 2021	Mars 2006	Avril 2018	Juillet 2021	Septembre 2021	Avril 2018	Mars 2006	Juillet 2021	Septembre 2021	Avril 2018
pH	8,2	nm	7,7*	8,1*	8,1	nm	7,3*	8,1*	nm	8,3	7,8*	8,1*	nm	7,6*	8,1*
COT (mg/l)	3,1	nm	nm	nm	2	nm	nm	nm	nm	3,7	nm	nm	nm	nm	nm
DCO (mg/l)	< 15	nm	nm	nm	< 15	nm	nm	nm	nm	< 10	nm	nm	nm	nm	nm
DBO5 (mg/l)	< 3	nm	nm	nm	< 3	nm	nm	nm	nm	< 3	nm	nm	nm	nm	nm
Arsenic (mg/l)	nm	<0,005	<0,005	<0,005	nm	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	nm	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cadmium (mg/l)	nm	<0,005	<0,005	<0,005	nm	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	nm	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Chrome (mg/l)	nm	<0,005	<0,005	<0,005	nm	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	nm	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cuivre (mg/l)	nm	< 0,01	< 0,01	< 0,01	nm	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	nm	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nickel (mg/l)	nm	<0,005	<0,005	<0,005	nm	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	nm	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Plomb (mg/l)	nm	<0,005	<0,005	<0,005	nm	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	nm	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Zinc (mg/l)	nm	<0,02	<0,02	<0,02	nm	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	nm	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Mercure (mg/l)	nm	<0,00002	<0,00002	<0,00002	nm	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	nm	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
Somme des HC C ₁₀ -C ₄₀ (mg/l)	< 0,05	< 0,03	<0,03	<0,03	< 0,05	< 0,03	<0,03	<0,03	< 0,03	< 0,05	<0,03	<0,03	< 0,03	<0,03	<0,03
Somme des 16 HAP (µg/l)**	< 0,16	0,03 < x < 0,168	<0,025	<0,025	< 0,16	< 0,16	<0,025	<0,025	< 0,16	< 0,16	<0,025	<0,025	1,46 < x < 1,547	<0,025	<0,025
COHV (mg/l)	nm	< 0,05	nm	nm	nm	< 0,05	nm	nm	< 0,05	nm	nm	nm	< 0,05	nm	nm
BTEX (mg/l)	nm	< 0,001	nm	nm	nm	< 0,001	nm	nm	< 0,001	nm	nm	nm	< 0,001	nm	nm

nm : non mesuré

< : inférieur au seuil de détection

* : mesure in-situ

** : Valeur maximale relevée sur un des HAP analysés

*** : valeur maximale relevée sur un des BTEX analysés

Tableau 4 : Résultats d'analyses des eaux superficielles au droit de l'ancienne exploitation de mars 2006 à septembre 2021

4.5 Données disponibles sur les eaux souterraines

4.5.1.1 Résultats d'analyses de la base de données ADES

Il n'existe aucune donnée de qualité des eaux souterraines au droit des anciens travaux miniers. Dans le secteur seule la qualité des eaux de captages AEP situés en amont du site est suivie et respecte les normes de potabilité.

4.5.1.2 Résultats d'analyses des points de mesure au niveau de l'ancienne exploitation minière

Les prélèvements d'eaux souterraines ont été réalisés :

- en mars 2006 par Arcadis et les analyses réalisées par le laboratoire Wessling accrédité COFRAC ;
- en 2021 par Arcadis et les analyses réalisées par le laboratoire Eurofins accrédité COFRAC.

Les résultats d'analyses sont présentés dans le Tableau 5 et les bordereaux d'analyses du laboratoire en Annexe 5.

Les résultats d'analyses indiquent que

- la composition chimique des eaux présentes dans ces travaux miniers est analogue à celle des cours d'eau situés à proximité. Il n'y a aucun dépassement en référence à l'Annexe 2 de l'arrêté du 11/01/2007 relatifs à la limite de qualité des eaux brutes sur les paramètres analysés.
- **Ces résultats confirment également l'absence de migration des impacts observés dans les sols vers les eaux souterraines.**

Paramètre analysé	Galerie des Lades (Esout1)			Mine du Château (Esout2)		
	Mars 2016	Juillet 2021	Septembre 2021	Mars 2016	Juillet 2021	Septembre 2021
pH	8,2	7,9*	Orifice à sec	8,1	8,0*	8,2*
Arsenic (mg/l)	nm	<0,005		nm	<0,005	<0,005
Cadmium (mg/l)	nm	<0,005		nm	<0,005	<0,005
Chrome (mg/l)	nm	<0,005		nm	<0,005	<0,005
Cuivre (mg/l)	nm	< 0,01		nm	< 0,01	< 0,01
Nickel (mg/l)	nm	<0,005		nm	<0,005	<0,005
Plomb (mg/l)	nm	<0,005		nm	<0,005	<0,005
Zinc (mg/l)	nm	<0,02		nm	<0,02	<0,02
Mercuré (mg/l)	nm	<0,00002		nm	<0,00002	<0,00002
COT (mg/l)	2,5	nm		3,2	nm	nm
DCO (mg/l)	< 15	nm		< 10	nm	nm
DBO5 (mg/l)	< 3	nm		< 3	nm	nm

Paramètre analysé	Galerie des Lades (Esout1)			Mine du Château (Esout2)		
Somme des HC C ₁₀ -C ₄₀ (mg/l)	< 0,05	< 0,03	nm	< 0,05	< 0,03	< 0,03
Somme des 16 HAP (µg/l) **	< 0,16	<0,025	nm	< 0,16	<0,025	<0,025

nm : non mesuré

< : inférieur au seuil de quantification

* : mesure in-situ

** : Valeur maximale relevée sur un des HAP analysé

Tableau 5 : Résultats d'analyses des eaux souterraines au droit de l'ancienne exploitation de 2016 à 2021

4.6 Données disponibles sur les sédiments

Afin de préciser l'impact potentiel des anciens travaux miniers sur le milieu des sédiments, trois points d'échantillonnage ont été réalisés en juillet 2021.

Le Tableau 6 en page suivante présente les résultats analytiques et les bordereaux d'analyses du laboratoire en Annexe 6

Les résultats analytiques ont permis de formuler les commentaires suivants :

- l'ensemble des échantillons ont indiqué la présence de plusieurs ETM en concentration modérée à l'exception du mercure, d'hydrocarbures C₁₀-C₄₀ et dans une moindre mesure, de HAP dans des concentrations inférieures aux seuils de l'arrêté du 12/12/2014 ;
- nous rappelons que les échantillons de sols analysés sur le site d'En Chalavray et de l'ancienne usine de Pyrimont ainsi que pour le calcaire bitumineux naturel, ont indiqué un faible potentiel lixiviable ;
- concernant les hydrocarbures, sur l'échantillon le plus marqué, les fractions retrouvées majoritairement sont les C₂₂-C₄₀, fractions les plus lourdes, les moins solubles et donc plus faiblement relarguées du milieu sédiment au milieu eau ;
- concernant les échantillons SED2 et SED3, les analyses qui avaient été menées en 2018, à ces endroits sur la matrice eau superficielle, avaient indiqué l'absence de teneurs pour les mêmes composés analysés. De même, les résultats des eaux superficielles analysées au droit de SED1, lors des campagnes de 2021, indiquent l'absence d'impact.

Désignation de l'échantillon			SED1	SED2	SED3
Date de prélèvement		Evacuation	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021
Localisation		Arrêté du 12/12/2014	Nant troublé	Vézéronce	Ruisseau des Lades
Analyse sur échantillon "brut"					
Paramètres généraux					
Matière sèche	%		82,70	97,30	85,00
Refus Pondéral à 2 mm	% P.B.		63,60	72,50	59,30
Métaux et métalloïdes					
Arsenic (As)	mg/kg		3,57	2,90	3,33
Cadmium (Cd)	mg/kg		<0,40	0,45	<0,40
Chrome total (Cr) *	mg/kg		15,80	19,40	14,40
Cuivre (Cu)	mg/kg		6,62	8,96	7,22
Mercure (Hg)	mg/kg		<0,10	<0,10	<0,10
Nickel (Ni)	mg/kg		13,40	10,10	11,00
Plomb (Pb) **	mg/kg		11,20	10,30	9,61
Zinc (Zn)	mg/kg		17,00	25,70	27,90
Hydrocarbures volatils					
Fraction C5-C8	mg/kg		<1,00	<1,00	<1,00
Fraction C8-C10	mg/kg		<1,00	<1,00	<1,00
Somme HC C5-C10	mg/kg		<1,00	<1,00	<1,00
Hydrocarbures C10-C40					
Fraction C10-C16	mg/kg		14,80	6,41	17,20
Fraction C16-C22	mg/kg		18,10	3,54	55,50
Fraction C22-C30	mg/kg		38,60	8,42	148,00
Fraction C30-C40	mg/kg		26,40	6,16	172,00
Somme HC C10-C40	mg/kg	500,0	97,90	24,50	392,00
HAP					
Naphtalène ¹⁰	mg/kg		<0,0021	0,0023	<0,002
Acénaphylène	mg/kg		<0,0021	0,01	0,07
Acénaphthène	mg/kg		0,0024	0,01	0,03
Fluorène	mg/kg		0,0032	0,01	0,04
Phénanthrène ¹⁰	mg/kg		0,01	0,03	1,10
Anthracène ¹⁰	mg/kg		0,0031	0,01	0,08
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kg		0,02	0,07	1,80
Pyrène ⁸	mg/kg		0,02	0,07	1,30
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kg		0,01	0,04	0,67
Chrysène ^{8,10}	mg/kg		0,01	0,04	0,80
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kg		0,02	0,05	0,89
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kg		0,01	0,02	0,32
Benzo(a)pyrène ^{6,8,10}	mg/kg		0,02	0,03	0,58
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg		0,004	0,01	0,14
Benzo(g,h,i)peryène ^{6,10}	mg/kg		0,01	0,03	0,37
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{6,8,10}	mg/kg		0,01	0,02	0,38
Somme des 16 HAP (EPA)	mg/kg	50,0	0,16	0,44	8,60

Tableau 6 : Tableau des résultats analytiques – Sédiments

4.7 Synthèse de la qualité des sols et des eaux à proximité des travaux miniers

Aucune mesure de gestion n'est envisagée au droit du site (excavations, recouvrement...) au regard de :

- la nature locale des terrains (calcaires bitumineux) et de leurs caractéristiques chimiques ;
- l'absence de potentiel de lixiviation identifié pour les ETM ;
- de l'absence de procédé historiquement employé au droit du site d'étude et qui pourrait expliquer des concentrations ponctuellement plus élevées en ETM.

5 BILAN ET USAGES

La mise à jour de l'EQRS réalisée par Arcadis, est jointe en Annexe 6.

5.1 Aménagement de la zone d'étude et scénarios étudiés

Le PLU local (mairie de Chanay) prévoit le développement d'une zone naturelle à usage forestier. Dans ce contexte, le site pourrait être ponctuellement fréquenté par des promeneurs adultes et enfants, ainsi que par des ouvriers forestiers pour l'exploitation de la parcelle. Aucun bâtiment ne sera présent.

Aussi, en cohérence avec le PLU, Arcadis a étudié dans la suite de cette étude, la comptabilité sanitaire du site avec un **scénario de type promenade**.

Il a été considéré que les expositions liées à ce scénario (exposition quotidienne de courte durée sur du long terme) couvraient les expositions liées à un scénario de type « exploitation forestière » (exposition quotidienne de longue durée, quelques jours par an, avec une fréquence variable - tous les 6, 10 à plus de 50 ans).

5.2 Sources de pollutions

Les sources de pollution sont constituées des **sols** contenant des hydrocarbures C₁₀-C₄₀, des ETM et des HAP.

Par ailleurs, pour rappel, **lors des prélèvements d'eaux superficielles, réalisées en 2018**, seuls des HAP sont détectés (majoritairement à l'état de traces, et uniquement dans les échantillons prélevés au niveau du Nant Troublé en aval du site, et du Rhône en amont du site). En 2021, concernant les prélèvements d'eau superficielles réalisés dans le Rhône et le Nant Troublé en amont et aval, l'ensemble des résultats d'analyses sont inférieurs à la limite de quantification du laboratoire. Les résultats analytiques ne mettent donc pas en évidence d'impact sur les eaux superficielles.

Concernant les prélèvements d'eau réalisés dans la Galerie des Lades et dans la Mine du Château en 2016 et 2021, l'ensemble des résultats d'analyses sont inférieurs à la limite de quantification du laboratoire.

Pour les sédiments, l'ensemble des échantillons ont indiqué la présence de plusieurs ETM, d'hydrocarbures et dans une moindre mesure, de HAP.

5.3 Voies de transferts et milieux d'exposition

Au regard des données disponibles, les **sols** et **l'air extérieur** constituent les milieux d'exposition. L'air extérieur peut potentiellement être impacté par le dégazage issu des sols lorsque les contaminants sont volatils.

5.4 Cibles potentielles

Les cibles prises en compte dans la présente étude sont les **adultes** et les **enfants** qui fréquenteront le massif forestier lors de balades quotidiennes sur le site.

Ces cibles correspondent aux usagers futurs les plus sensibles en termes d'exposition, et donc de risques sanitaires. Les calculs de risques couvrent donc les autres cibles qui pourraient être présentes sur le site, mais de façon moins exposée, en raison d'une fréquence et d'une durée d'exposition moindre.

5.5 Voies d'exposition

5.5.1 Voies d'exposition retenues

Les voies d'exposition retenues pour l'étude sont **l'ingestion de sols et de poussières et l'inhalation de vapeurs issues du dégazage des sols en extérieur**.

5.5.2 Voies d'exposition non retenues

En l'absence d'exploitation sur les eaux souterraines au droit du site objet de l'étude, les voies d'exposition suivantes ne sont pas étudiées :

- l'inhalation de vapeurs issues du dégazage des eaux souterraines ;
- l'ingestion et le contact cutané avec les eaux souterraines.

5.6 Synthèse des risques calculés

Les résultats des calculs de risques menés sont présentés dans le tableau ci-après.

Scénario	Cibles	QD global	ERI
Promenade	Adulte	[0,02– 0,06]	2,60.10⁻⁰⁶
	Enfant	[0,09 – 0,14]	4,41.10⁻⁰⁶
Valeurs de comparaison		1	1.10 ⁻⁰⁵

Tableau 7 : Synthèse des calculs de risques – Scénario promenade

Dans le cas du **scénario promenade** :

- les Excès de Risques Individuels (ERI) calculés pour les **adultes** et les **enfants** sont **inférieurs** aux valeurs seuils en vigueur ($ERI < 10^{-05}$) ;
- les Quotients de Danger (QD) calculés pour les **adultes** et les **enfants** sont **inférieurs** aux valeurs seuils en vigueur ($QD < 1$).

Pour rappel, il a été considéré que les expositions liées au scénario promenade (exposition quotidienne de courte durée sur du long terme) couvraient les expositions liées à un scénario de type « exploitation forestière » (exposition quotidienne de longue durée, quelques jours par an, tous les 6, 10 à plus de 50 ans).

Ainsi, par extrapolation, les niveaux de risques attendus pour les ouvriers forestiers seraient également inférieurs aux valeurs seuil en vigueur.

5.7 Recommandations

5.7.1 Garder la mémoire du site

Il est nécessaire de garder la mémoire de l'emplacement des sols dans lesquels des substances chimiques ont été détectées.

5.7.2 Risques transitoires liés à l'usage forestier

Les ouvriers forestiers, dans le cadre des usages futurs étudiés, pourraient, au regard des caractéristiques du site, être amenés à être en contact avec des terrains présentant des teneurs notables en hydrocarbures et ETM associés aux conditions géochimiques particulières du site.

Aussi, lors de travaux sur le site, le personnel devra être équipé de masques à poussières, gants, et respecter quelques règles d'hygiène simples :

- ne pas boire ni manger sur le chantier dans les zones de travail (manger dans une zone aménagée en conséquence est néanmoins possible) ;
- se laver les mains et le visage en fin de poste ;
- si nécessaire, et dans le cas d'un chantier d'aménagement, ces recommandations devront apparaître dans le PGCSPS² établi par le coordonnateur sécurité.

5.7.3 Gestion des déblais

Tous les déblais provenant du site et générés par d'éventuels travaux de nivellement ou d'excavation devront faire l'objet d'une gestion adaptée. Les terrains évacués du site devront être orientés vers des filières de traitement agréées (ISDI, ISDND, ISDD ou biocentre selon la nature de la pollution et le niveau de concentration).

Cette recommandation devra être conservée en annexant les rapports d'étude ou un résumé de ceux-ci aux actes de vente.

² Plan général de coordination en matière de sécurité et de protection de la santé

6 CONCLUSION

Le suivi quantitatif des eaux superficielles et souterraines n'a montré aucune modification significative liée à l'ancienne exploitation minière. Le seul changement est la création d'un terme d'accumulation des eaux d'infiltration des calcaires au sein de la mine du Château et marginalement au niveau de la galerie des Lades et du Châtaignier.

Le suivi qualitatif des eaux superficielles et souterraines n'a révélé aucun écart de concentration des substances potentiellement liées à l'ancienne activité minière.

Le suivi qualitatif des sédiments montre la présence de plusieurs ETM, d'hydrocarbures et dans une moindre mesure, de HAP en faibles concentrations. Toutefois les échantillons d'eaux superficielles prélevées au droit des mêmes points d'échantillonnage des sédiments ont indiqué l'absence d'impact.

Le suivi qualitatif des sols a montré :

- pour le site d'En Chalavray, de fortes teneurs en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ ainsi que dans une moindre mesure la présence de métaux et de faibles teneurs en HAP ; mais des teneurs faibles ou à l'état de traces sur les lixiviats indiquant un faible potentiel de lixiviation des sols ;
- pour l'ancienne usine de Pyrimont : de fortes teneurs en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ et dans une moindre mesure en HAP et des teneurs faibles ou à l'état de traces sur les lixiviats indiquant un faible potentiel de lixiviation des sols.

Depuis l'arrêt de l'extraction des différents sites d'exploitation, les travaux sont restés majoritairement hors d'eau.

Dans la mine du Château et les galeries des Lades, les eaux d'infiltration sont partiellement emmagasinées (respectivement sous forme de retenue souterraine ou de flaques) et les trop-pleins (débordements) s'écoulent à l'air libre. L'eau (de pluie) infiltrée et transitant par les anciens travaux souterrains rejoint les cours d'eau avoisinants. Les processus susceptibles d'altérer la qualité de ces eaux sont essentiellement naturels car les eaux météoriques riches en gaz carbonique ont une action sur la roche calcaire (mise en solution des ions hydrogénocarbonates et remontée du pH).

A priori, la qualité de ces eaux n'évoluera pas dans le futur car le système semble en équilibre avec les conditions locales.

Par ailleurs, la condamnation prévue des entrées avec dispositif de drainage permettra quelle que soit la venue d'eau dans la mine (diaclasses, fontis...) et son temps de transit, une libre résurgence et écoulement des eaux. Ces eaux drainées retourneront au réseau superficiel par écoulement gravitaire.

Au niveau de l'ancienne zone d'exploitation, il n'existe aucun moyen ou dispositif de surveillance de ces eaux « d'ennoyage ». Depuis l'arrêt des travaux miniers, aucune conséquence sur le milieu n'a été constatée.

Au vu de l'absence d'impact des travaux miniers sur la ressource en eau, il n'est pas utile de prendre des mesures de remédiation particulières vis-à-vis de la matrice eau.

Les intérêts mentionnés aux articles L161-1 et L173-2 du code minier et particulièrement ceux en relation avec l'environnement et l'eau sont préservés des effets de l'activité minière.

Sur la base des données disponibles et des calculs réalisés, le site, dans son état actuel, est compatible du point de vue sanitaire avec un scénario de type promenade, et donc avec l'usage futur tel que prévu par le PLU local à savoir une zone naturelle forestière.

Les hypothèses de calculs et les recommandations énoncées ci-avant devront être respectées.

Aucune mesure de gestion n'est envisagée au droit du site (excavations, recouvrement...) au regard de :

- la nature locale des terrains (calcaires bitumineux) et de leurs caractéristiques chimiques ;
- l'acceptabilité des niveaux de risques sanitaires en l'état (voir conclusion de l'EQRS ci-avant) ;
- l'absence de potentiel de lixiviation identifié pour les ETM, les HAP et les hydrocarbures ;
- de l'absence de procédé historiquement employé au droit du site d'étude et qui pourrait expliquer des concentrations ponctuellement plus élevées en ETM.

Les calculs d'incertitudes réalisés, selon des approches particulièrement majorantes, pourraient conduire à des mesures de gestion visant à traiter, recouvrir ou substituer les concentrations les plus importantes en arsenic mesurés dans les sols. La mise en œuvre d'éventuelles mesures de gestion doit toutefois rester proportionnée aux enjeux.

Néanmoins, dans le cas présent, et compte-tenu de l'usage futur du site comme zone naturelle à usage forestier, où le couvert végétal naturel et la litière forestière vont, a fortiori, fortement limiter les possibilités de contact direct avec les sols, et donc leur ingestion potentielle, ces mesures de gestion ne sont pas jugées nécessaires. Par ailleurs, traiter les sols présentant les concentrations les plus importantes en arsenic ne présagerait pas qu'il demeure des concentrations supérieures ailleurs sur le site, l'impact en métaux étant probablement diffus et hétérogène.

Annexe 1 Plan du réseau hydrographique et localisation des orifices

EUROVIA
VINCI

Dossier d'Arrêt de Travaux Miniers

CONCESSION DE SEYSSEL

CARTOGRAPHIE INFORMATIVE
Plan des travaux miniers

ARCADIS
Energy & Environment
Infrastructure & Buildings

Indice	Date	Description	Etat	Verifié	Appr.	Chef de projet : JUC
A	15/10/2021	Cartographie des travaux souterrains et à ciel ouvert	MCF	JUC	FSA	Echelle : 1/3 500
						Format : A0
						Projet : FR011-00021
						Page (s) : 1/1
						Oséoréférencement RGF - Lambert 93
						TRMC
						ANNEXE A1

LEGENDE

DEPÔT MINIER
Emprise

EXPLOITATION A CIEL OUVERT
Emprise

GALERIES ASSOCIEES AUX ORIFICES
Emprise
Zone de résurgence / Zone d'eau

ORIFICES MINIERES
Emplacement des entrées de cavités

FRONTS ROCHEUX
Bas de talus
Haut de talus

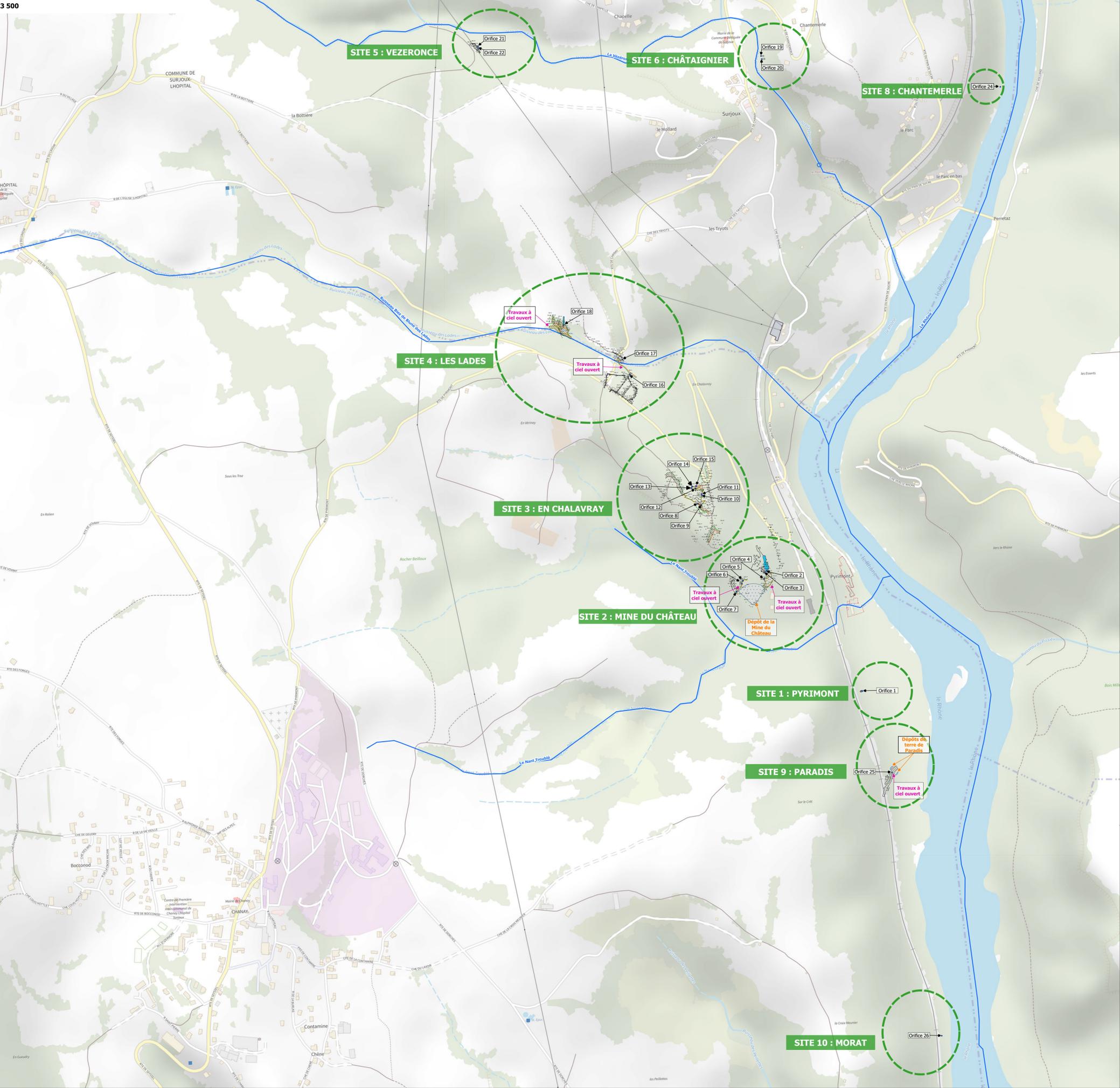
TOPOGRAPHIE
Cote m NGF

RESEAU HYDROGRAPHIQUE
Cours d'eau

ANCIENNE USINE DE PYRIMONT
Emprise

0 250 500 m

1/3 500



Annexe 2 Etudes relatives au contexte hydrogéologique

ACTES DU COLLOQUE D'HYDROLOGIE EN PAYS CALCAIRE



**MORPHOLOGIE KARSTIQUE, CIRCULATIONS SOUTERRAINES ET
ACCIDENTS TRANSVERSAUX DANS LE HAUT-JURA MERIDIONAL**

(COL DE RICHEMONT, PRES SEYSSEL, AIN)

par

Raymond ENAY



BESANÇON

8 et 9 octobre 1971

EXTRAIT

*du fascicule 15, des Annales Scientifiques
de l'Université de Besançon, 3e Série,
Géologie, 1971*

MORPHOLOGIE KARSTIQUE, CIRCULATIONS SOUTERRAINES ET
ACCIDENTS TRANSVERSAUX DANS LE HAUT-JURA MERIDIONAL
(COL DE RICHEMONT, PRES SEYSSEL, AIN)

par

Raymond ENAY

RESUME

La Combe Danoi, dans l'anticlinal du Crêt du Nû, près du Col de Richemont, creusée dans les calcaires argileux de l'Oxfordien, n'offre aucun drainage aérien vers l'extérieur. La vidange est assurée par des "emposieux" débouchant dans un réseau karstique ouvert probablement dans les calcaires du Jurassique moyen. Les circulations souterraines utilisent des accidents transversaux permettant aux eaux de la Combe Danoi de traverser l'écran marneux de l'Oxfordien et deux anticlinaux pour rejoindre les calcaires du Jurassique supérieur de la mine d'Orbagnoux, à Corbonod (Ain).

La présente communication réunit les observations faites au cours des dix dernières années à l'occasion des levés cartographiques sur les feuilles de Saint-Rambert (I.G.N. XXXII-30) et de Seyssel (I.G.N. XXXIII-30) et dans le cadre des enquêtes hydrogéologiques réglementaires. Ces données éclairent le rôle joué dans les circulations souterraines par les accidents transversaux qui, à toutes les échelles, prennent de plus en plus d'importance dans la structure du Jura.

Le secteur étudié se situe au Nord-Ouest de Seyssel (Ain), de part et d'autre du Col de Richemont qui fait la séparation entre deux unités morphologiques : la plateau de Retord au Nord, le massif du Grand-Colombier au Sud. La Combe Danoi et la mine d'Orbagnoux, à Corbonod, seront plus particulièrement étudiées (Fig. 1).

LA COMBE DANOI, UN TYPE PARTICULIER DE MORPHOLOGIE KARSTIQUE

La Combe Danoi est située entre la route conduisant au col à partir d'Hotonnes et le Crêt du Nû, sur le territoire des communes de Craz et de Chanay (Ain). On y accède facilement, à partir du C.D. 30, par le chemin des Granges de Recouza carrossable jusqu'aux ruines de Pré Carré en bordure de la combe.

Cette combe se présente comme une dépression de forme losangique, allongée, aux ex-

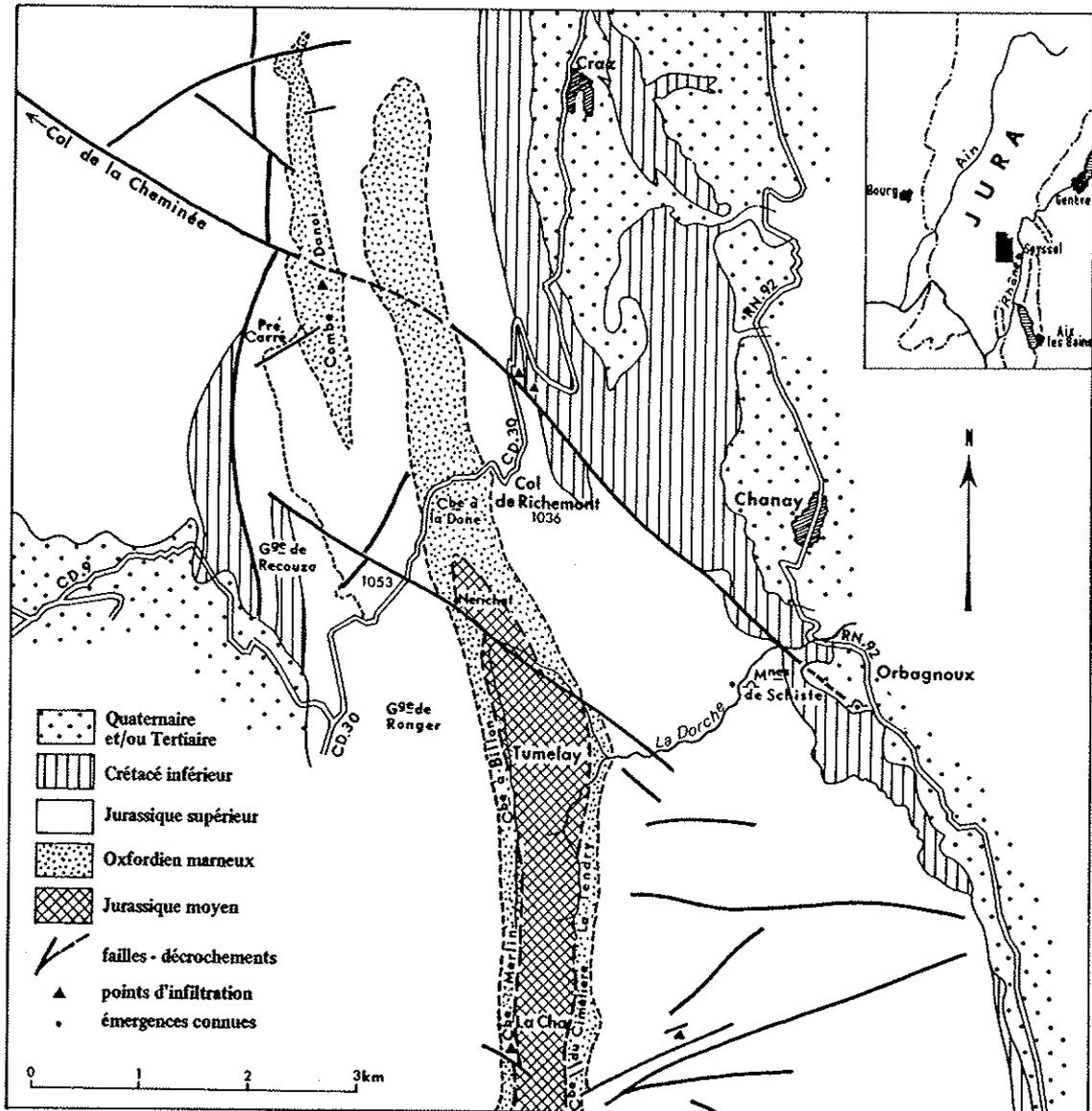


Figure 1 - Schéma structural de la région du col de Richemont et situation dans le Jura méridional

trêmités effilées, surtout vers le Sud, mesurant 2 km de long environ (à la cote 1160) pour un développement transversal maximal de 400 m. Le point le plus bas est à la cote 1111 et se situe approximativement vers le milieu. L'altitude des crêtes bordières oscille entre 1150 dans la partie médiane et 1200 aux extrémités (Fig. 2 et 3).

La Combe Danoi correspond à la zone axiale d'un anticlinal apparu quelques kilomètres au Sud, près de la Grange de Ronger, sur le flanc occidental de l'anticlinal du Grand-Colombier qu'il relaie. Cette nouvelle unité se développe vers le Nord pour culminer à 1350 m au Crêt du Nû. La combe est creusée dans les calcaires argileux de l'Oxfordien supérieur ("Argovien") du coeur anticlinal, tandis que l'Oxfordien supérieur calcaire ("Rauracien") forme les crêtes. Il s'agit donc d'une combe anticlinale comme il en existe beaucoup dans le Haut-Jura, mais celle-ci offre quelques caractères particuliers.

Contrairement à la plupart des autres combes de ce type examinées dans le Jura méridional, il n'y a pas de drainage aérien vers l'extérieur de la dépression. L'enceinte calcaire ne montre aucune échancrure et forme un véritable rempart qui interdit tout écoulement superficiel au dehors. Cette absence de drainage autant que la nature argileuse du substratum sont responsables du caractère marécageux de la dépression. Le fond de la cuvette est parsemé de dépressions fermées généralement circulaires. La plupart sont assimilables à des dolines particulièrement nombreuses dans la partie sud. On note quelques dolines jointives passant à des ouvalas. Dans la partie moyenne, très près du bord oriental, sont deux entonnoirs de grandes dimensions (10-15 m de diamètre et 5-8 m de profondeur) au fond desquels s'ouvrent des fissures. En surface, ils sont prolongés (ou précédés) vers l'Ouest par un ravin sinueux et ramifié, aboutissant à des sources, qui forme un véritable réseau aérien développé sur plusieurs centaines de mètres. Dans la terminologie locale, adoptée par les géographes, il s'agit d'emposieux (ou embosieux) typiques (M. Dubois, 1959, p. 545).

Lors de ma première visite, au cours de l'été 1961, l'ensemble était totalement sec. Cependant, au fond des emposieux, autour de l'ombilic, on pouvait observer un important dépôt argileux avec des traces hélicoïdales traduisant un écoulement tourbillonnaire de masses d'eau sans doute importantes. Pendant l'hiver 1961-1962, je suis retourné sur les lieux après d'abondantes chutes de neige suivies d'un dégel rapide. Le dispositif était alors fonctionnel : drainée par le réseau aérien, l'eau provenant de la fusion intense formait un véritable ruisseau qui se perdait au fond des emposieux. D'après une estimation sommaire, le débit n'était pas inférieur à 1 m³/sec, ce qui implique une liaison directe avec un réseau souterrain capable d'assurer la vidange de la dépression.

Ainsi, la Combe Danoi offre une somme de caractères originaux : *dépression fermée, évidée au sein de formations marneuses* laissant un important résidu argileux à la dissolution, associant une structure de *combe anticlinale non drainée* et des *emposieux qui assurent la vidange normale* vers les réseaux souterrains. Elle entre donc dans la catégorie des *combés fermés* de D. AUBERT (1969, p. 386) dont l'origine n'est pas sans poser encore des problèmes.

Les phénomènes de dissolution, même en admettant l'existence, absolument nécessaire, d'un important réseau souterrain développé dans les formations calcaires sous-jacentes du Bathonien et du Bajocien, ne peuvent expliquer seuls l'évidement de la Combe Danoi dans des formations à forte teneur en argile comme celles de l'Oxfordien. Le vrai problème est celui de l'évacuation du résidu argileux insoluble laissé par l'Oxfordien. Dans le cas des dépressions du Haut-Jura suisse, D. AUBERT (1969, p. 390) a envisagé un évidement par action de la calotte glaciaire locale ; en effet, on n'en observe pas de semblables dans le territoire non englacé. Peut-être, le glacier du Rhône quaternaire qui a recouvert le secteur étudié a-t-il pu jouer le même rôle ici ?

De toutes façons, le rôle de la tectonique me paraît avoir été déterminant. La forme de l'anticlinal, les pendages verticaux ou subverticaux, les nombreuses traces de laminage et de

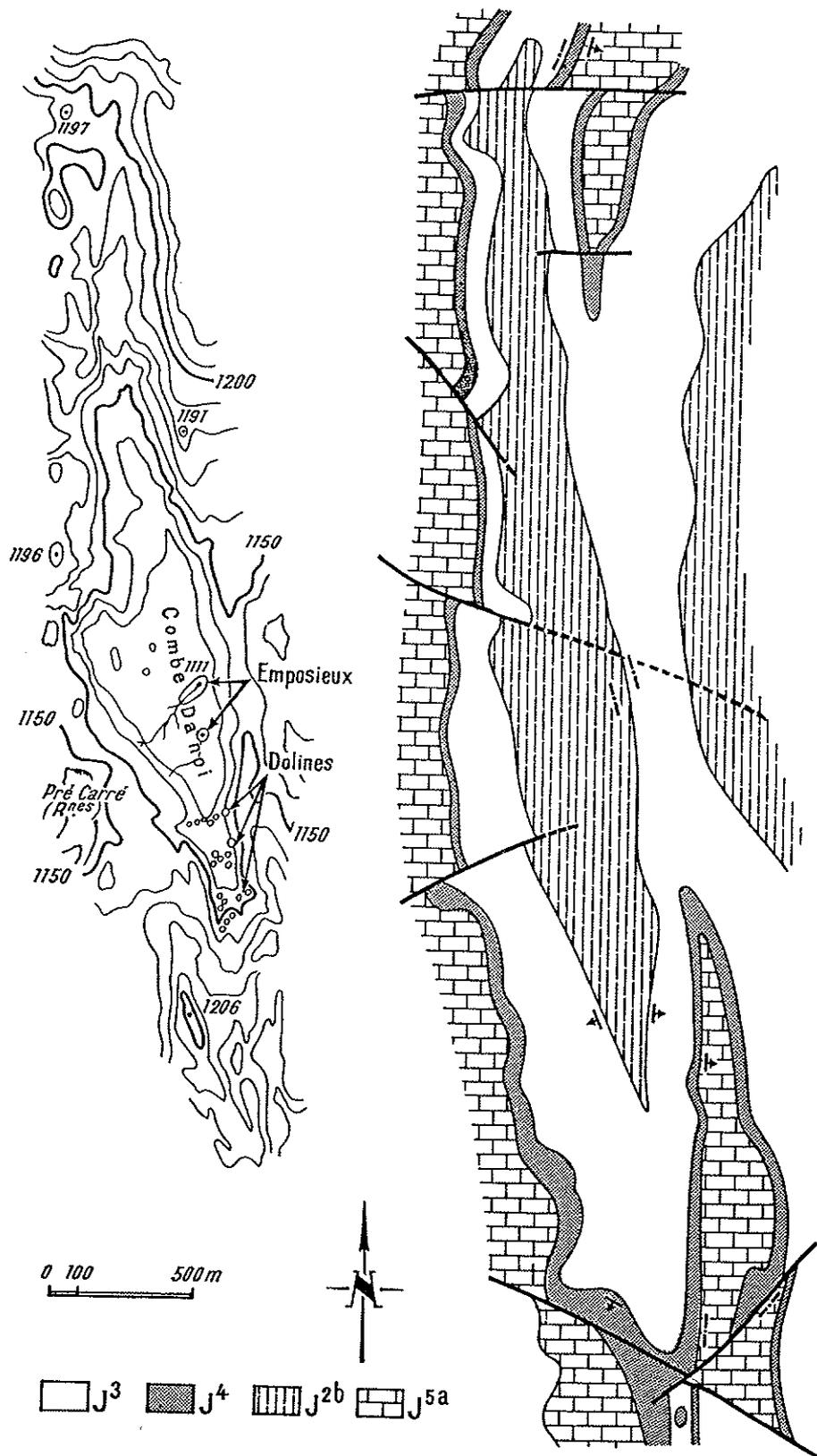


Figure 2 - Topographie et géologie de la Combe Danoï

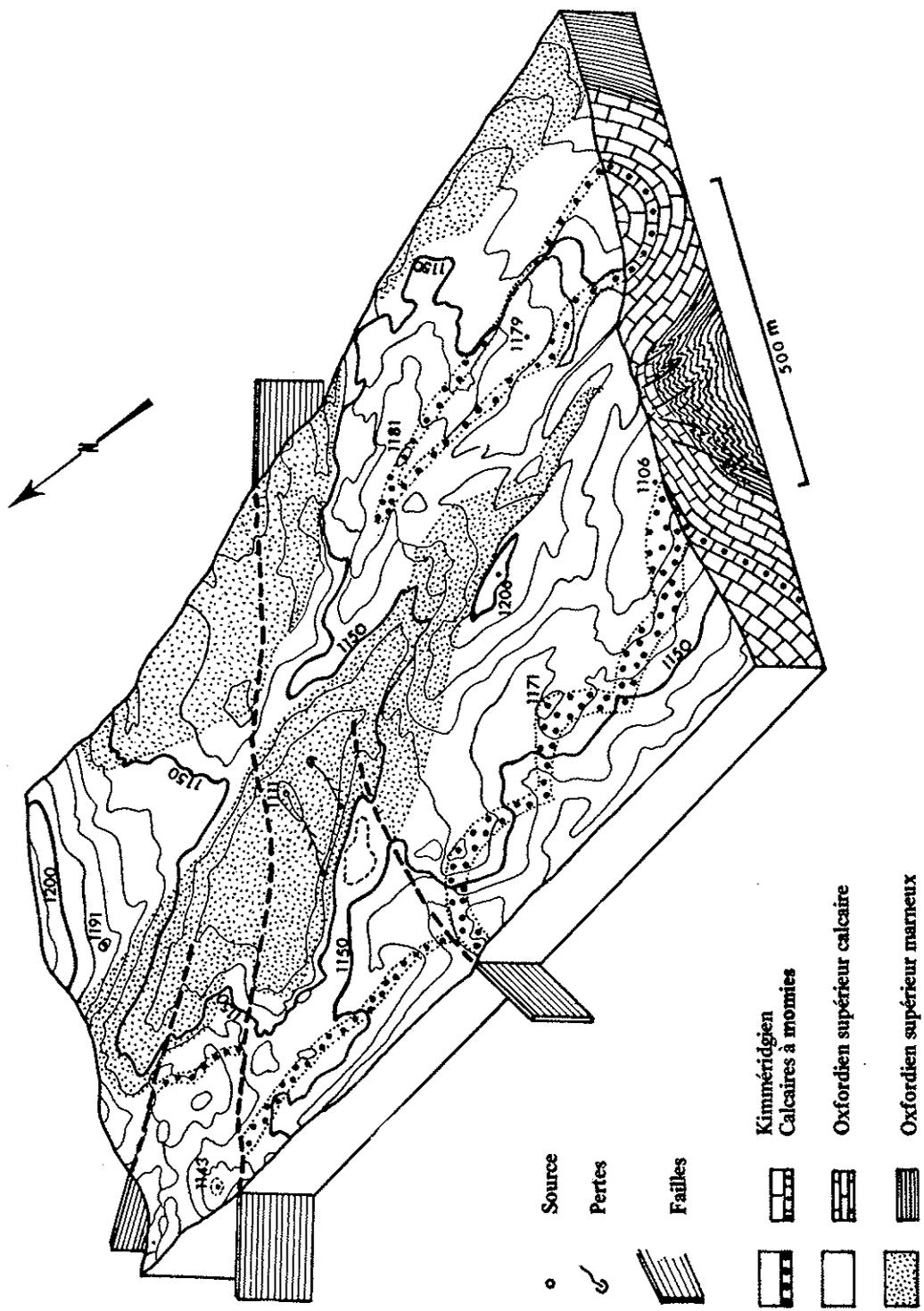


Figure 3 - Bloc-diagramme de la Combe Danoi

fracturation, témoignent de l'intensité de la déformation. Les joints de stratification et les nombreuses petites cassures d'origine tectonique, disposés verticalement, constituent une fissuration naturelle de la charnière du pli ayant favorisé l'importante érosion mécanique et chimique nécessaire à l'évidement de la Combe Danoi, mais aussi l'évacuation du résidu par voie souterraine. C'est l'explication retenue également par D. AUBERT (1969, p. 391) pour le Creux du Croue avec lequel la Combe Danoi offre de nombreux points communs.

Dans les deux cas, on note la présence de failles transversales par rapport à la structure. A la Combe Danoi ce sont plusieurs fractures qui aboutissent dans la dépression, les empoignant se plaçant non loin de la plus importante d'entre elles. Le réseau de circulation souterrain du Jurassique moyen doit sans doute beaucoup à ces fractures. De même, la ressemblance avec un poljé, déjà signalée par D. AUBERT, est très nette aussi pour la Combe Danoi. Ne pourrait-on parler de *combe-poljé* pour rappeler à la fois la situation structurale et les caractères morphologiques de ces dépressions fermées jurassiennes ?

Un autre aspect des problèmes posés par la Combe Danoi est l'aboutissement des eaux engouffrées dans le réseau souterrain lié à l'existence même de la combe. Il a pu être abordé récemment au moment de l'apparition de nouvelles venues karstiques liées à l'exploitation dans la mine d'Orbagnoux, à Corbonod.

LE RESEAU KARSTIQUE D'ORBAGNOUX - LA DORCHE

Au Sud-Est de la Combe Danoi, à une dizaine de kilomètres à vol d'oiseau, dans la vallée de la Dorche (qui draine une autre combe anticlinale, la Combe à la Done traversée par la route du Col de Richemont) et dans la mine d'Orbagnoux, existent plusieurs émergences en liaison avec un important réseau karstique.

Dans la *vallée de la Dorche* il s'agit de sorties naturelles liées à l'entaille de la Dorche dans les formations calcaires du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur. Les points de sortie s'étagent entre 480/490 m, au niveau de la source très anciennement captée pour l'alimentation en eau de Corbonod et 560 m pour les plus élevées, près de l'ancienne galerie sur la rive droite de la Dorche. Ces dernières, à fonctionnement intermittent, ont complètement tari depuis l'apparition des nouvelles venues dans la mine. C'est aussi à ce niveau que la Dorche se perd en période de sécheresse pour ne réapparaître que beaucoup plus bas, vers 490/500 m où se situe une venue importante et pérenne. Les émergences les plus basses sont à proximité immédiate d'un accident qui provoque le redoublement de la première barre calcaire valanginienne bien visible depuis le pont de la R.N. 92. Les autres venues sont dans les calcaires en plaquettes bitumineux du Kimméridgien supérieur qui font l'objet de l'exploitation.

Dans la *mine de "schistes"* les venues sont liées à l'exploitation des calcaires en plaquettes bitumineux, faciès latéral des calcaires à polypiers du Kimméridgien supérieur, représentant le remplissage d'un chenal en position d'arrière-récif. Une galerie en travers-bancs, ouverte vers 450 m environ, traverse les couches du Crétacé inférieur et du Portlandien pour atteindre les niveaux exploités et rejoindre l'ancienne galerie partant de la Dorche. Perpendiculairement à cette galerie d'accès, et donc suivant la direction des couches, est disposée la galerie de chargement subhorizontale. L'abattage est réalisé par taille montante suivant le pendage qui atteint 30° en moyenne. L'ensemble de l'exploitation est développé ainsi entre les niveaux 450 et 570.

L'exploitation a fait apparaître successivement plusieurs venues numérotées dans l'ordre de leur apparition. Les moins importantes sont captées et contrôlées, ce qui a permis de connaître

leur comportement. C'est ainsi qu'est apparue déjà une relation entre les venues de la mine et celles de la Dorche.

En Mars 1965, l'abattage dans la taille la plus méridionale a fait apparaître une exsurgence plus importante (source n° 9) au point d'entraîner une véritable gêne dans l'exploitation. Elle se situe à la cote 471. Le jaillissement s'est fait avec une pression de 9 à 10 kg/cm², correspondant à un niveau supérieur du réservoir aquifère à la cote 560 qui est celle des émergences naturelles intermittentes en rive gauche de la Dorche. D'ailleurs, depuis l'apparition de cette venue à fort débit ces émergences ont tari ; de même pour toutes les venues plus anciennes de la mine situées à une altitude plus élevée ; le débit de la source captée de Corbonod (à 480/490 m) a beaucoup diminué également.

Cette grosse venue présente d'importantes variations dans les débits. Les chiffres communiqués par l'exploitant sont compris entre un minimum de 240 m³/h et un maximum de 6 300 m³/h (tout accès à la mine est alors impossible !). Parmi les variations constatées, certaines sont directement liées aux précipitations sur le bassin versant, mais d'autres, de moins grande amplitude, ont lieu sans modification des conditions météorologiques et se produisent au cours d'une même journée sans cause extérieure apparente.

En conclusion, il résulte de ces observations :

- 1 - que les sources, captées ou non, de la Dorche et le réservoir karstique de la mine dépendent du même régime et du même système de circulation souterraine ;
- 2 - que l'exsurgence à fort débit apparue dans la mine, située à une altitude inférieure à celle de toutes les émergences naturelles connues à l'extérieur, constitue un exutoire créé artificiellement ;
- 3 - que cet exutoire assure actuellement la vidange du réservoir 1) avec des débits variables en fonction de la charge existant au-dessus et a entraîné le tarissement des exsurgences naturelles les plus élevées du lit de la Dorche.

Le nouveau problème est celui de l'origine de l'eau ; en particulier, existe-t-il une relation avec la Combe Danoi.

RELATIONS ENTRE LA COMBE DANOI ET LE RESEAU D'ORBAGNOUX-LA DORCHE

A priori, on devrait rejeter toute idée de relations entre ce réseau et le soutirage existant en profondeur à la Combe Danoi. L'eau disparaît dans les calcaires du Bathonien/Bajocien tandis qu'à la Dorche elle sort dans les calcaires du Jurassique supérieur s'étageant du Kimméridgien supérieur au Purbeckien. Normalement, entre les deux réservoirs s'intercale l'écran marneux de l'Oxfordien s.l., dont l'épaisseur atteint ici 200 m et réputé imperméable, affleurant en altitude de part et d'autre de l'axe bathonien (Nérichat, Tumelay, La Cha) dans la succession des combes développées au Sud du Col de Richemont (Combe à la Done, Combe à Billon, Combe Merlin - La Tendry, Combe du Cimetière).

De plus, les deux réservoirs sont dans des unités différentes : c'est dans ce secteur de Richemont que l'anticlinal du Crêt du Nû, dans lequel est ouverte la Combe Danoi, relaie l'anticlinal du Grand-Colombier, sur le flanc duquel est creusé le réseau karstique d'Orbagnoux-La Dorche.

1) En réalité, à l'extrémité sud de la galerie de chargement, il existe une émergence plus ancienne, à une altitude encore inférieure (source 7 à 454m), mais son débit est limité par l'étroitesse de la fissure où elle apparaît.

Malgré tout, l'hypothèse d'une possible communication était avancée en se fondant sur la structure du secteur dont les traits essentiels sont figurés sur la 3ème édition de la feuille de Nantua à 1/80 000. Elle a motivé l'essai de coloration réalisé sur ce site par le B.R.G.M. et dont il sera parlé plus loin.

Le relai entre les deux plis, déjà évoqué, s'accompagne d'une torsion surtout marquée pour l'anticlinal du Grand-Colombier qui s'accôle à l'anticlinal du Crêt du Nû en perdant progressivement de sa hauteur axiale jusqu'à disparaître. Parallèlement, se produit l'ennoyage vers le Sud des unités de Retord qui sont remplacées par le large synclinal crétacé du Valromey.

Tous ces traits -qui déterminent la zone du col- sont liés à l'existence en ce secteur d'accidents transversaux de direction Nord-Ouest - Sud-Est, à la sortie ouest du col (cote 1053) et plus au Nord, entre Pré Carré et le Col de la Cheminée, ce dernier aboutissant à la Combe Danoi (Fig. 1).

Depuis, et postérieurement à la coloration, il a été reconnu que la faille avec redoublement du Valanginien (déjà citée) visible dans le lit de la Dorche en amont du pont de la R.N. 92 est un accident de ce type qui peut être suivi plus ou moins nettement sur le flanc oriental du Grand-Colombier et qui paraît se relier à celui de Pré Carré-Col de la Cheminée au travers de la Combe Danoi.

Enfin, dans tout ce secteur on rencontre des indices de fracturation à plus petite échelle en particulier des plans de glissement verticaux ou subverticaux dont l'azimut oscille entre 295 et 310°. On peut en observer de nombreux au bord de la R.N. 92, à hauteur du village d'Orbagnoux, dans les calcaires hauteriviens et à la traversée de la Dorche, dans les calcaires valanginiens.

Toutes ces données, à grande et à petite échelle, témoignent d'un jeu sénestre des accidents transversaux, avec déplacement relatif vers le Nord-Ouest des compartiments nord, mouvement responsable de la torsion des plis et du style différent de la déformation de part et d'autre des accidents.

L'expérience de coloration réalisée par le B.R.G.M. 1) est venue confirmer cette hypothèse. Elle a porté sur d'autres points que la Combe Danoi et dont il ne sera pas parlé ici, dans le cadre d'une recherche des zones d'alimentation et des causes de la pollution organique constatée dans l'eau d'exhaure de la mine d'Orbagnoux.

Le colorant (fluorescéine) a été mis en place le 11 Juillet 1967 dans les emposieux de la combe qui recevaient alors un débit très faible, inférieur à 5 l/mn. Durant Juillet et Août, marqués par une sécheresse persistante, rien ne se produisait. Le 30 Août un orage important avait lieu sur le massif et la coloration arrivait aux sources de la mine le 2 Septembre ; elle persistait jusqu'au 22 Octobre. Au même moment, les autres points surveillés, en particulier dans le lit de la Dorche, n'ont pas montré de coloration.

Par contre, lors des colorations effectuées à partir d'autres points d'infiltration du bassin versant, la coloration réapparaissait aux sources de la mine et aussi dans la Dorche, près de l'ancienne galerie, mettant ainsi en évidence l'interdépendance du réseau souterrain et du réseau hydrographique aérien qui entaille toutes les formations calcaires dans lesquelles ont lieu les circulations souterraines.

En conséquence, il faut admettre que la Combe Danoi et les sources de la mine d'Orbagnoux communiquent par un réseau profond en relation avec les accidents et avec la fracturation

1) Le compte-rendu technique complet de l'expérience de coloration a fait l'objet du rapport 68 SGL 14⁴ JAL du B.R.G.M.

à plus petite échelle qui affectent le secteur du Col de Richemont.

Plutôt qu'un trajet utilisant l'axe du pli, puis le décrochement passant au Col de Richemont jusqu'à la partie haute du lit de la Dorche, retenu tout d'abord, il faut envisager maintenant un cheminement plus direct, en accord avec la rapidité avec laquelle la coloration est arrivée à la mine après l'orage du 30 Août, suivant le tracé reconnu pour l'accident qui joint directement la Combe Danoi à la partie aval de la Dorche.

De toutes façons, dans les deux solutions, les décrochements transversaux et la fracturation qui les accompagne jouent un rôle déterminant dans les circulations souterraines de ce secteur. En particulier, ils rendent possible le franchissement de l'écran marneux oxfordien permettant ainsi :

1 - le passage de l'étage aquifère du Jurassique moyen à celui du Jurassique supérieur dans lequel se situent les sorties à l'air libre connues ;

2 - la traversée d'unités tectoniques différentes, avec passage de l'anticlinal du Crêt du Nû à celui du Grand-Colombier.

*Département des Sciences de la Terre et Centre de Paléontologie stratigraphique associé au C.N.R.S.,
Université de LYON I,
43, Bd du 11 Novembre 1918
69 - VILLEURBANNE*

Remerciements -

Le texte définitif a bénéficié des observations et des suggestions de M. D. AUBERT, de Neuchâtel, que je ne saurais trop remercier. MM. J. FLANDRIN et C. MANGOLD ont bien voulu également lire le manuscrit et me faire part de leurs remarques.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT D. (1969) : Phénomènes et formes du Karst jurassien. *Eclog. Geol. Helvetiae*, Bâle, vol. 62, n°2, p. 325-399, 44 fig. (avec une abondante bibliographie).
- DUBOIS M. (1959) : Le Jura méridional. SEDES, Paris, 642 p., 43 fig., 3 pl.

BULLETIN
DE
L'ASSOCIATION FRANÇAISE
POUR L'ÉTUDE DU
QUATERNAIRE

EXTRAIT

Maison de la Géologie

79, rue Claude Bernard

75005 PARIS

LES COMPLEXES FLUVIO-GLACIAIRES DE L'AVANT-PAYS SAVOYARD (FRANCE)

■
par Gérard NICOUD*

RÉSUMÉ

Dans l'Avant-pays savoyard, trois complexes fluvio-glaciaires sont mis en évidence. Deux d'entre eux sont recouverts par le manteau morainique de la dernière glaciation (« Würm » s.l.).

Un premier complexe fossilise un réseau hydrographique creusé durant le dernier interglaciaire. Les alluvions correspondent ainsi à une phase majeure de progression glaciaire « würmienne ».

Un deuxième complexe domine les alluvions des vallées fossilisées. Il apparaît plus ancien et résulterait de l'épandage des matériaux de la régression des glaces « rissiennes » encore stationnées derrière les Monts du Jura.

Enfin, le troisième complexe, construit sur la moraine « würmienne », marque le retrait définitif des glaciers dans les grandes dépressions.

Mots-clés : Avant-pays savoyard, Fluvioglacière, Glacière, Hydrographie.

ABSTRACT

FLUVIO-GLACIAL DEPOSITS OF THE FORELAND OF SAVOIE (FRANCE).

The foreland of Savoie shows three fluvio-glacial complexes. Two are covered by the « würmian » morainic mantle.

The first one fossilizes an hydrographic system of the last interglacial period. The alluvial deposits agree with a major phase of glacial würmian advancing.

The second one rises above the alluvial deposits of the fossilized valleys. It seems to be older. It may have resulted of the spreading of materials born during the « rissian » decreasing when the ices were stopped behind the Jura mountains.

Lastly, the third one, overlaying the « würmian » moraine, emphasizes the final retreat of the würmian glaciers from the main valleys.

Key-words : Foreland of Savoie, Fluvio glacial alluvium, Glacial deposits, Hydrography.

* Université de Savoie - Sciences de la Terre - Boîte Postale 1104, 73011 Chambéry Cedex.

1. — CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE DE L'AVANT-PAYS SAVOYARD

Nous considérons ici l'avant-pays savoyard comme la région des plateaux molassiques délimitée par les grandes dépressions du Léman, d'Annecy et du Bourget. Bordé à l'Ouest par le massif jurassien du Grand Colombier, il laisse percer les chaînons du Crêt d'Eau - Vuache et du Salève - Mandallaz - Age.

Le Rhône draine cette région avec l'appoint de la Valserine jurassienne, des Ussets locales et du Fier issu des Bornes.

Les structures jurassiennes impriment la morphologie : les reliefs correspondent aux anticlinaux calcaires secondaires, et les plateaux, au remplissage molassique tertiaire des synclinaux. L'altitude élevée de l'ensemble (400 à 800 m pour les plateaux, 1500 m pour les sommets), a permis l'encaissement des cours d'eau dans le substratum molassique ou calcaire.

Les grands courants glaciaires, venus ici du complexe Rhône-Arve depuis la dépression lémanique, ont été canalisés par les chaînons jurassiens. Ils ont façonnés les reliefs mis en place au Pliocène et déposés de volumineux matériaux tant grossiers (cailloutis) qu'argileux et hétérogènes (moraines).

2. — LES DÉPÔTS MORAINIQUES

Dans l'ensemble peu épais, ils recouvrent très largement le secteur étudié. Ils apparaissent sous trois faciès.

1) La moraine de fond :

Il s'agit d'une argile à blocs très compactée, à éléments « rhodaniens » (granite, gneiss, amphibolites, serpentines, micaschistes pour 30 à 40 %, calcaires noirs pour 30 %) et calcaires locaux clairs (Bravard, 1970).

Les galets ont souvent une dimension inférieure à 250 mm. Des lentilles sablo-graveleuses peu épaisses (moins d'un mètre) voisinent avec des blocs isolés atteignant le m³ (Renet, Villain, 1984).

2) Les moraines d'ablation :

Elles sont fréquentes dans l'Albanais, dans la vallée des Ussets et en rive droite du Rhône entre Vanchy et Bellegarde vers les côtes 480-500 m. Elles soulignent des stades de stationnement des glaces.

Les matériaux meubles, largement remaniés par les eaux de fonte, présentent un classement bien particulier des galets avec de fréquents niveaux argilo-silteux et des déformations dues à la fusion de glaces mortes. Des dispositifs de chenaux marginaux sont observables vers Bellegarde (Bravard, 1970) et contre la Montagne de Sion.

3) Les moraines à faciès « glacio-lacustre » :

Les travaux sur le Rhône pour l'étude du barrage de Génissiat ont permis à M. Gignoux et J. Mathian (1951) de les décrire.

Il s'agit d'argiles bleues, riches en carbonates, plus ou moins varvées, avec peu de galets striés et de rares blocs erratiques. L'épaisseur totale avoisine 15 m (région de Mons) pour atteindre parfois 60 m (Génissiat). Des varves sableuses sont fréquentes et constituent localement des lentilles métriques au sein des argiles (Bompart, 1968).

Ce matériau s'est déposé dans des plans d'eau libre, sur la moraine de fond. Il ennoie des vallums morainiques (Clarafond) et détermine le plateau de la Semine jusqu'aux abords de Seyssel. Il est par contre rare dans les Ussets et l'Albanais.

4) Conclusion :

Ces dépôts glaciaires classiques composent la couverture morainique générale.

Nulle part, dans l'avant-pays savoyard, des dépôts glaciaires superposés ne sont observables. Il faut pour cela aller dans les grandes dépressions lacustres (Léman, Bourget, Grésivaudan) ou à l'aval des moraines internes de Lagnieu (Est Lyonnais).

3. — LES CAILLOUTIS INFRA-MORAINIQUES (figures 1 et 2)

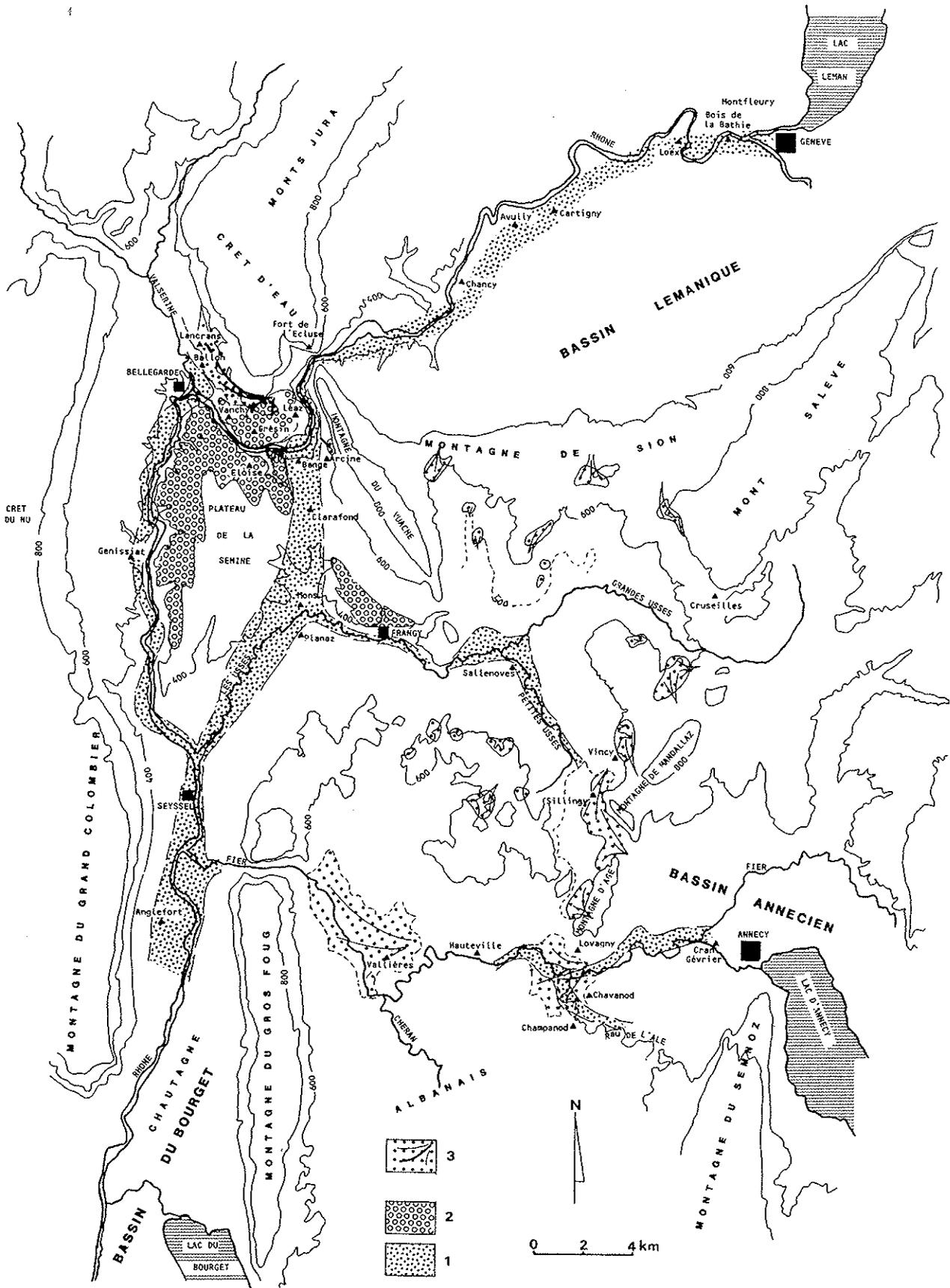
Deux complexes grossiers ont pu être identifiés. Ils n'apparaissent jamais sur une même verticale. Aussi,

Fig. 1. — Domaine des complexes fluvio-glaciaires de l'avant-pays savoyard.

1. Alluvions grossières infra-morainiques en « position basse » ; 2. Alluvions grossières infra-morainiques en « position haute » ; 3. Alluvions deltaïques supra-morainiques.

Fig. 1. — Fluvio-glacial deposits of the foreland of Savoie.

1. Infra-morainic coarse grain alluvium in « lower position » ; 2. Infra-morainic coarse grain alluvium in « upper position » ; 3. Supra-morainic deltaic alluvium.



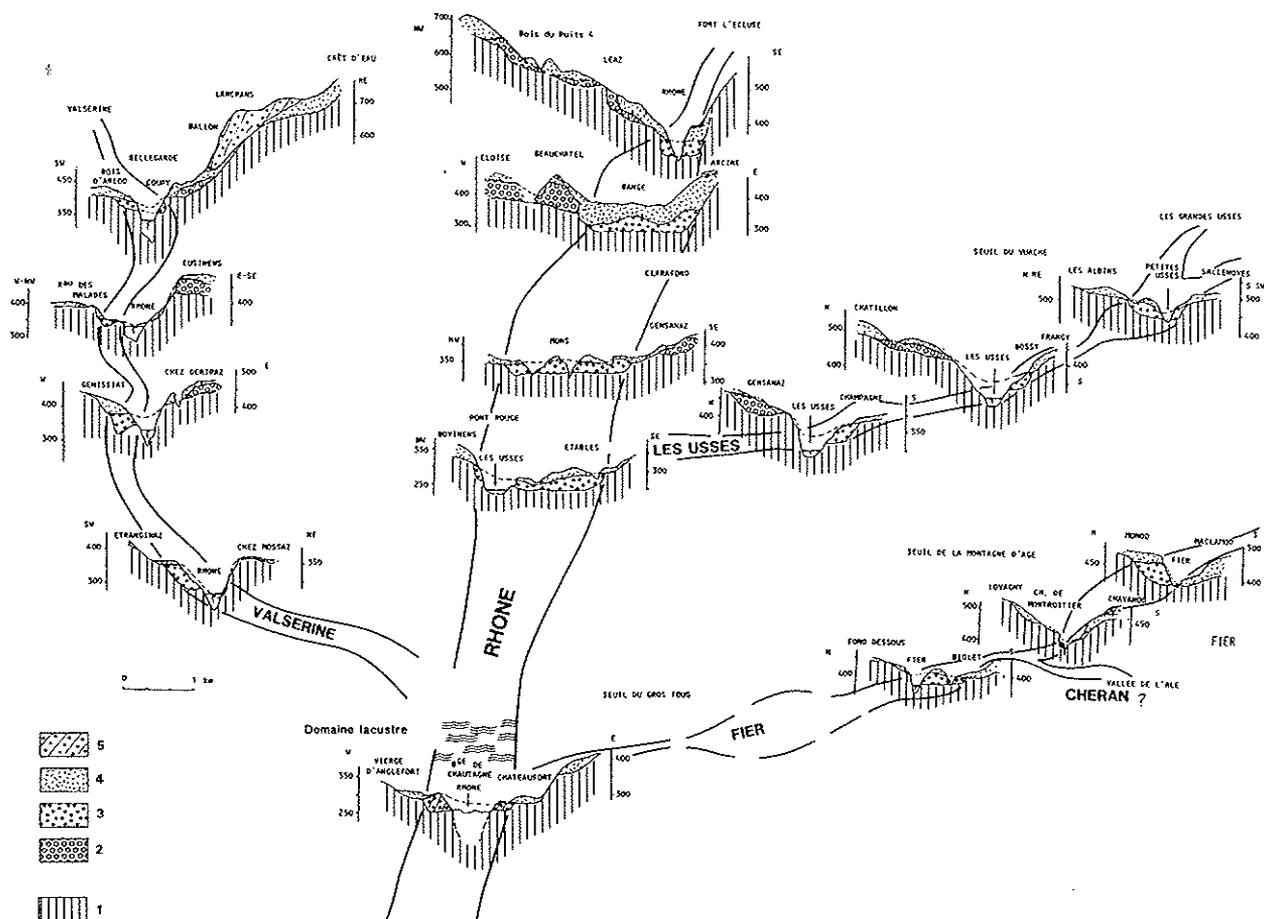


Fig. 2. — Coupes transversales des vallées de l'avant-pays savoyard.

1. Substratum anté-quaternaire ; 2. Alluvions grossières en « position haute » ; 3. Alluvions grossières en « position basse » ; 4. Couverture morainique ; 5. Alluvions deltaïques supra-morainiques.

Fig. 2. — Transverse cross-sections of the foreland of savoy valleys.

1. Pre-quaternary substratum ; 2. Coarse grain alluvium in « upper position » ; 3. Coarse grain alluvium in « Lower position » ; 4. Morainic cover ; 5. Supra-morainic deltaic alluvium.

nous distinguerons des alluvions « en position basse » et les alluvions « en position haute ».

1) Le complexe grossier « bas » :

C'est le mieux connu. Il fossilise d'anciens thalwegs empruntés jadis par le Rhône entre Fort l'Ecluse et Seyssel (Schardt, 1891), par la Valserine entre Bellegarde et Seyssel (Gignoux, Mathian, 1951), par les Usse entre Sillingy et Mons, par le Fier entre Annecy et Rumilly (Penck, 1907) et par le Chéran vers Chavanod.

Il s'agit là d'alluvions fluviales à fluvo-torrentielles, pétrographiquement représentatives des bassins d'alimentation des différents cours d'eau et souvent conglomérées en poudingues, avec de fréquentes lentilles sableuses. L'épaisseur moyenne des alluvions conservées est de l'ordre de 30 mètres.

a) Les alluvions du Rhône

De couleur sombre, elles se composent pour la moitié de galets calcaires bleus provenant du Haut Rhône et de l'Arve, de quelques éléments calcaires blancs jurassiens locaux et pour plus de 40 % de roches « alpines » (granites, micaschistes et gneiss, quartzites, amphibolites et serpentines).

Elles reposent sur les grès molassiques bigarrés de l'Aquitainien et ne sont indurées que vers le sommet du dépôt, au contact de la moraine.

Le profil en long (Fig. 3) de cette ancienne vallée du Rhône souligne la continuité du dépôt depuis la dépression de Genève (« alluvion ancienne du Bois de la Bathie ») jusqu'au domaine lacustre du Bourget à Seyssel (alluvions deltaïques sans top-set beds). Les profils transversaux montrent toute l'extension de la vallée fluviale d'alors (1 km à Bange, 1,5 km à Mons). Le niveau de base de cette plaine alluviale se trouvait globalement à 35 m au-dessus du niveau de base des vallées actuelles du Rhône et des Usse.

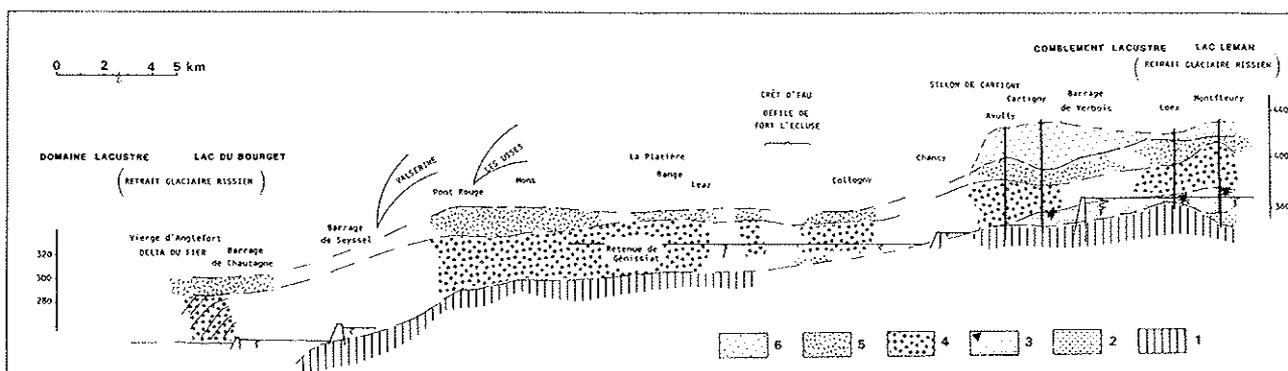


Fig. 3. — Profil longitudinal de la vallée ancienne du Rhône. Position des dépôts alluviaux.

1. Substratum anté-quaternaire ; 2. Moraine de base ; 3. Alluvions lacustres et palustres ; 4. Alluvions grossières rhodaniennes ; 5. Couverture morainique würmienne ; 6. Complexe würmien supérieur.

Fig. 3. — Longitudinal profile of the old valley of the Rhône River. Position of the alluvial deposits.

1. Pre-quaternary substratum ; 2. Basal moraine ; 3. Lacustrine and paludous alluvium ; 4. Coarse grain alluvium of the Rhone valley ; 5. Morainic cover ; 6. Upper wurmian complex.

b) Les alluvions de la Valserine

De couleur blanche car riches en calcaires jurassiens (jusqu'à 90 %), elles sont indurées. M. Gignoux et J. Mathian ont particulièrement suivi ces alluvions de la Valserine dans un thalweg étroit (moins de 350 m) qui recoupait 8 fois la vallée actuelle du Rhône entre Bellegarde et Seyssel, avec une pente de 4 %. Elles sont perchées au-dessus du Rhône actuel (60 m à Bellegarde, 40 m à Etranginaz...).

c) Les alluvions des Ussets

Reprenant les matériaux des moraines alpines antérieures, ces alluvions ont une pétrographie proche de celle du Rhône.

Elles présentent un faciès plus torrentiel, avec une induration systématique liée aux eaux calcaires du bassin versant. Elles subsistent perchées 40 m au-dessus du fond du thalweg actuel, dans une vallée présentant un net élargissement à l'amont du verrou calcaire du Vuache.

Elles se maintiennent en rive gauche des Ussets à l'aval de Frangy et rejoignent la vallée alluviale ancienne du Rhône vers le Pont Rouge.

d) Les alluvions du Fier

Elles sont semblables en tout point à celles des Ussets. Elles sont visibles dès la sortie d'Annecy à Cran-Gevrier jusqu'à Hauteville sur Fier avec un faciès torrentiel tantôt dans une large vallée (près de 500 m à l'amont du verrou de la Montagne d'Age) tantôt dans d'anciennes gorges vers Montrottier-Loigny.

Elles ne se retrouvent qu'à l'aval de Seyssel, au débouché de la cluse du Fier, où elles déterminent alors un delta très induré (domaine lacustre du Bourget).

e) Les alluvions du Chéran

Ce seraient celles recoupées par forages à trois reprises sur 36 m d'épaisseur dans la vallée actuelle de l'Ale près de Chavanod, sous 12 à 15 m de moraine de fond.

2) Le complexe grossier « haut » :

Il n'a jamais été observé à l'aplomb même du complexe grossier « bas » mais toujours latéralement et à des côtes plus élevées de 30 à 50 m.

Ce complexe est constitué d'alluvions caillouteuses très largement conglomerées, plus grossières, moins classées et moins émoussées que les alluvions du Rhône fossilisées. Elles sont pétrographiquement semblables.

Elles reposent sur les molasses burdigaliennes par l'intermédiaire d'un horizon à blocs démesurés calcaires (St-Germain-sur-Rhône, en face de Génissiat) ou siliceux (Léaz) pouvant correspondre au démantèlement d'une moraine antérieure.

C'est contre le massif du Crêt d'Eau, au débouché du bassin lémanique, que ces alluvions affleurent avec le plus de puissance (45 m). En fait, elles sont visibles sur ce versant qu'elles tapissent depuis la côte 380 m (sous Grésin) jusqu'au Bois du Puits 4 vers 650 m.

En rive gauche du Rhône, elles arment le plateau d'Eloise sur 20 à 35 m et supportent la moraine de la Semine jusqu'au niveau de Génissiat au Sud. Ce complexe grossier « haut » est ici délimité par les vallées fossilisées de la Valserine et du Rhône.

Un complexe semblable, très hétérométrique, est aussi repéré en rive droite des Ussets à l'aval de Frangy. Il se tient à des cotes comprises entre 420 m (Bel Air) et 470 m (Chatillon), sur la molasse burdiga-

lienne, au débouché de la cuvette des Ussets à l'Ouest du verrou calcaire du Vuache.

3) Conclusion :

Les alluvions « en position basse » sont bien localisées dans d'anciens thalwegs qu'elles fossilisent alors que les alluvions grossières « hautes » sont perchées. Ces dernières sont disposées sur une surface topographique installée dans son ensemble à plus de 100 m au-dessus du fond des thalwegs comblés d'alluvions « basses ».

4. — LES DÉPÔTS GROSSIERS LACUSTRES SUPRA-MORAINIQUES

Les grandes terrasses graveleuses, accompagnant l'encaissement des cours d'eau après le retrait glaciaire würmien ne sont pas ici abordées (terrasses du Chéran à Rumilly, des Ussets vers Planaz, du Fier à Hauteville...).

Ce sont les dépôts fluvio-et glacio-lacustres, à l'aval des grands bassins, qui sont examinés.

1) Les alluvions de Lancrans-Vanchy :

D'origine franchement rhodanienne, elles se sont accumulées contre le flanc Sud du Crêt d'Eau depuis la côte 500 m environ jusqu'à 650 m d'altitude, sur la couverture morainique de fond. Elles présentent un pendage de 10 à 20° vers l'Ouest, témoignant d'un apport depuis la dépression lémanique par le Défilé de Fort l'Ecluse, dans un vaste lac d'obturation glaciaire. La présence de blocs (surtout cristallins) flottés dans le dépôt souligne la proximité des glaces à l'amont.

Localement, vers Lancrans, ces alluvions s'enrichissent en calcaire jurassien en même temps que la taille des éléments d'origine rhodanienne diminue.

Des buttes témoins de ces matériaux subsistent en rive gauche du Rhône (Beauchatel, Arcine...).

Parallèlement à ces dépôts grossiers, des silts varvés se déposaient à l'Ouest de Bellegarde et des argiles varvées, à passées silteuses, vers Mons et le Pont Rouge plus à l'aval.

2) Les alluvions de Champanod :

Épaisses de 25 m, riches en sables vers le bas, elles présentent un net faciès deltaïque à blocs cristallins démesurés, témoignant d'un dépôt dans un plan d'eau local de surface cotée 500 m et attestée ici par les alluvions horizontales du topset beds.

Les apports proviennent des glaces en fusion occupant la cuvette annécienne.

3) Les alluvions du Vincy-le-Chêne :

Très grossières, puissantes de 20 à 25 m, ces alluvions deltaïques reposent sur la moraine de fond vers la côte 570 m. Elles s'étendent jusqu'à 1,5 km au Nord. Elles ont été nourries depuis la cuvette annécienne d'apports qui transitaient par une auge transverse à la Montagne de Mandallaz. Une pellicule morainique les recouvre localement, soulignant une réavancée glaciaire depuis la dépression annécienne.

Tout autour de la vallée des Ussets, trois séries de dépôts grossiers, de plus faible puissance, marquent autant d'arrêts successifs (750-800 m, 570-620 m, 480-520 m) de la fusion des glaces alors désolidarisées du glacier genevois au niveau de la Montagne de Sion.

5. — CONCLUSION

Une unique couverture morainique, à faciès variés, est visible sur tout l'Avant-pays savoyard. Elle masque tantôt le substratum, tantôt un ou deux complexes grossiers. Elle est attribuée par tous les auteurs à la dernière glaciation. Il n'est pas possible ici de préciser à quelle phase majeure glaciaire « würmienne » elle appartient.

Des alluvions fluviales infra-morainiques, « en position basse » fossilisent un réseau hydrographique établi 35 m au-dessus du réseau hydrographique holocène. Elles se poursuivent jusqu'à Genève où elles se superposent aux lignites du Bois de la Bathie, attribués par la grande majorité des géologues au dernier interglaciaire. Aussi, les alluvions qui surmontent ces lignites annoncent-elles logiquement l'arrivée des glaces würmiennes (alluvions « pré-würmiennes » de M. Gignoux).

Deux hypothèses peuvent expliquer la mise en place des alluvions infra-morainiques en « position haute », à l'aval des dépressions du Léman et des Ussets :

a) Ces alluvions constituent le stade ultime du remplissage des vallées fossiles creusées durant le dernier interglaciaire (« Riss-Würm »). Dans ce cas, le comblement total aurait dépassé 350 m de puissance. De nombreux éléments ne plaident pas pour cette hypothèse, en particulier :

— d'une part, il n'existe jamais de superposition visible des deux complexes graveleux, les alluvions « basses » paraissent emboîtées dans les alluvions hautes ;

— d'autre part, l'érosion durant la dernière période glaciaire aurait attaqué particulièrement ce complexe grossier « haut » tout en conservant aux alluvions « basses » une même puissance (30 m), sur près de 50 km.

b) Ces alluvions grossières « en position haute » pourraient donc représenter des matériaux d'épannage proglaciaires (Sandurs ?) issus de glaciers (« Riss ») antérieurs au dernier interglaciaire et stationnés définitivement dans les bassins des Ussets et du Léman. Ces alluvions seraient alors contemporaines des alluvions de la Côte de la rive droite du bassin de Genève, affleurantes à des altitudes de 550-650 m (Arn, 1984).

BIBLIOGRAPHIE

- Arn R.**, 1984. — Contribution à l'étude stratigraphique du Pléistocène de la région lémanique. Thèse Doc. ès Sciences, Lausanne, 307 p.
- Bompert J.P.**, 1968. — Une approche des problèmes posés par l'étude des mouvements de terrain. Essai méthodologique. Thèse 3^e cycle, Univ. Sc. Grenoble, 264 p.
- Bourdier F.**, 1961. — Le bassin du Rhône au Quaternaire. Edit. C.N.R.S. Paris, t. 1, 364 p., t. 2, 294 p.
- Bravard J.P.**, 1970. — Réseau hydrographique et glaciations dans le Haut Bugey. Mém. de Maîtrise, Lyon, Dép. de Géographie, 73 p.
- Gignoux M., et Bourdier F.**, 1937. — Histoire de l'ancien glacier du Rhône à sa sortie du Bassin de Genève. *Comptes rendus Ac. Sci. Paris*, 204, p. 310-312.
- Gignoux M. et Mathian J.**, 1952. — Le Quaternaire rhodanien entre Seyssel et Genève. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, 29, p. 121-162.
- Jayet A.**, 1945. — Origine et âge de l'alluvion ancienne des environs de Genève *C.R. Soc. hist. Nat. Genève*, 62, p. 27-31.
- Kilian W.**, 1921. — Sur un ancien lit glaciaire du Rhône (vallée des Ussets, Haute-Savoie). *C.R. Sommaire Soc. Géol. France*, p. 67-68.
- Nicoud G.**, 1982. — Sur l'évolution du Quaternaire de l'Avant-pays savoyard entre Aix-les-Bains et Genève. Paris, 9^e Réunion annuelle des Sciences de la Terre, Soc. Géol. Fr., Edit., p. 475.
- Penck A. et Bruckner E.**, 1907. — Les Alpes françaises à l'époque glaciaire. Trad. Schaudel L., *Trav. Lab. géol. Grenoble*, 8, p. 111-267.
- Renet J.P. et Villain J.**, 1984. — Etude régionale des formations glaciaires dans les Alpes, Préalpes et Jura méridional. Lyon, G.S.C. 04 Sites et Tracés. Centre d'études techniques de l'Equipement, 43 p.
- Schardt H.**, 1881. — Etudes géologiques sur l'extrémité méridionale de la chaîne du Jura. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.* XXVII, 103, p. 69-157.
- Carte Géologique Nantua**, 1963. — 3^e édit. 1/80000.

Annexe 3 Etudes des chiroptères



AGIR pour la
BIODIVERSITÉ
Auvergne-Rhône-Alpes



Prospections hivernales sur les Chiroptères dans les mines à bitume de la concession de Seysssel / Pyrimont (Ain)

Actualisation des connaissances sur
les Chiroptères – Mise en sécurité
des anciennes mines à bitume

Février 2021



Etude menée pour le compte de
TRMC
Saint Martin Belle Roche (71)

REFERENCE DU DOCUMENT

LPO Auvergne-Rhône-Alpes DT01, Prospections hivernales sur les Chiroptères dans les mines à bitume de la concession de Seyssel / Pyrimont (Ain). 8 p.

REDACTION ET VALIDATION

Objet	Personne
Rédaction	Robin Letscher, Emilie Müller
Relecture et validation	Francisque Bulliffon

STRUCTURE

LPO Auvergne-Rhône-Alpes Délégation territoriale de l'Ain

Adresse : 5 rue Bernard Gangloff

Tél : 09 70 90 20 61

Email : ain@lpo.fr

CREDITS PHOTO

Page de garde : Entrée de la mine n°2 dite « du château » (© Robin LETSCHER) & Grand rhinolophe en léthargie (© Stéphane VINCENT).

SOMMAIRE

1. Contexte	3
2. Méthodes de prospection	3
3. Résultats	5
4. Comparaison avec les observations faites en 2011-2012	6
5. Ajustement des préconisations de mise en sécurité	7
6. conclusion	8

1. CONTEXTE

La concession des anciennes mines à bitume dites « de Seyssel » fait l'objet d'un dossier d'arrêt définitif des travaux miniers. L'exploitation de sables bitumineux et de veines bitumineuses semble s'être déroulée entre la fin du 18^{ème} siècle et le début des années 1970 avec un pic fin 19^{ème} siècle. La concession est localisée en plusieurs sites sur les communes aindinoises de Surjoux et Chanay, bien que dénommée « concession de Seyssel ». Sur 24 orifices connus et faisant l'objet du dossier d'arrêt d'exploitation par mise en sécurité de ces orifices, une grande majorité de galeries sont peu profondes voire se limitent à quelques mètres tels des abris. 6 d'entre elles présentent des développements suffisants pour parler de sites souterrains.

Les débuts du dossier d'arrêt définitif des travaux miniers semblent dater de 2011. Les réglementations environnementales induisent un volet d'études écologiques. Une circulaire du 14/10/2009 modifie la circulaire DIE 200 (du 06/08/1991), précisant les modalités à mettre en œuvre lors d'une fin de concession minière au regard des enjeux environnementaux notamment vis-à-vis des Chiroptères. Toutes les espèces de chauves-souris sont protégées sur le territoire national métropolitain (arrêté du 23 avril 2007, NOR : DEVN0752752A). Aussi, plusieurs espèces ont un statut d'espèces menacées à des degrés divers. L'arrêt de travaux miniers et la mise en sécurité des sites souterrains concernés doivent donc faire l'objet d'études ou d'inventaires pour les chauves-souris.

Sur un cycle annuel complet, entre 2011 et 2012, un de nous (R. Letscher) avons travaillé sur un état initial des Chiroptères fréquentant les principales galeries de la concession. Les résultats de l'époque sont rappelés plus loin dans ce rapport. Il apparaissait que principalement 5 sites présentaient un intérêt pour plusieurs espèces, évaluant l'enjeu à un niveau local (vallée du Haut-Rhône, entre Angletfort et Bellegarde) en raison des faibles effectifs observés mais avec une diversité d'intérêt, sur une année. En effet, les sites souterrains peuvent être utilisés par les chauves-souris aux différentes saisons tant comme gîtes diurnes que nocturnes (repos entre deux phases de chasse). Cela dit, la période la plus sensible en milieu souterrain demeure la saison hivernale en raison de la phase de léthargie des chauves-souris ou tout dérangement ou perturbation d'origine humaine peut avoir des conséquences négatives sur les espèces.

La reprise du dossier d'arrêt définitif des travaux miniers a conduit la société TRMC à actualiser les informations sur les chauves-souris hivernantes dans les principaux sites de la concession, et selon la demande formulée par la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes.

Mandatée par TRMC, par l'intermédiaire d'Eurovia, la LPO a donc réalisé deux prospections au cours de l'hiver 2020-2021. Ce rapport rend compte des résultats et précise certains aspects sur l'aménagement des mises en sécurité au regard des préconisations du rapport de R. Letscher (2012).

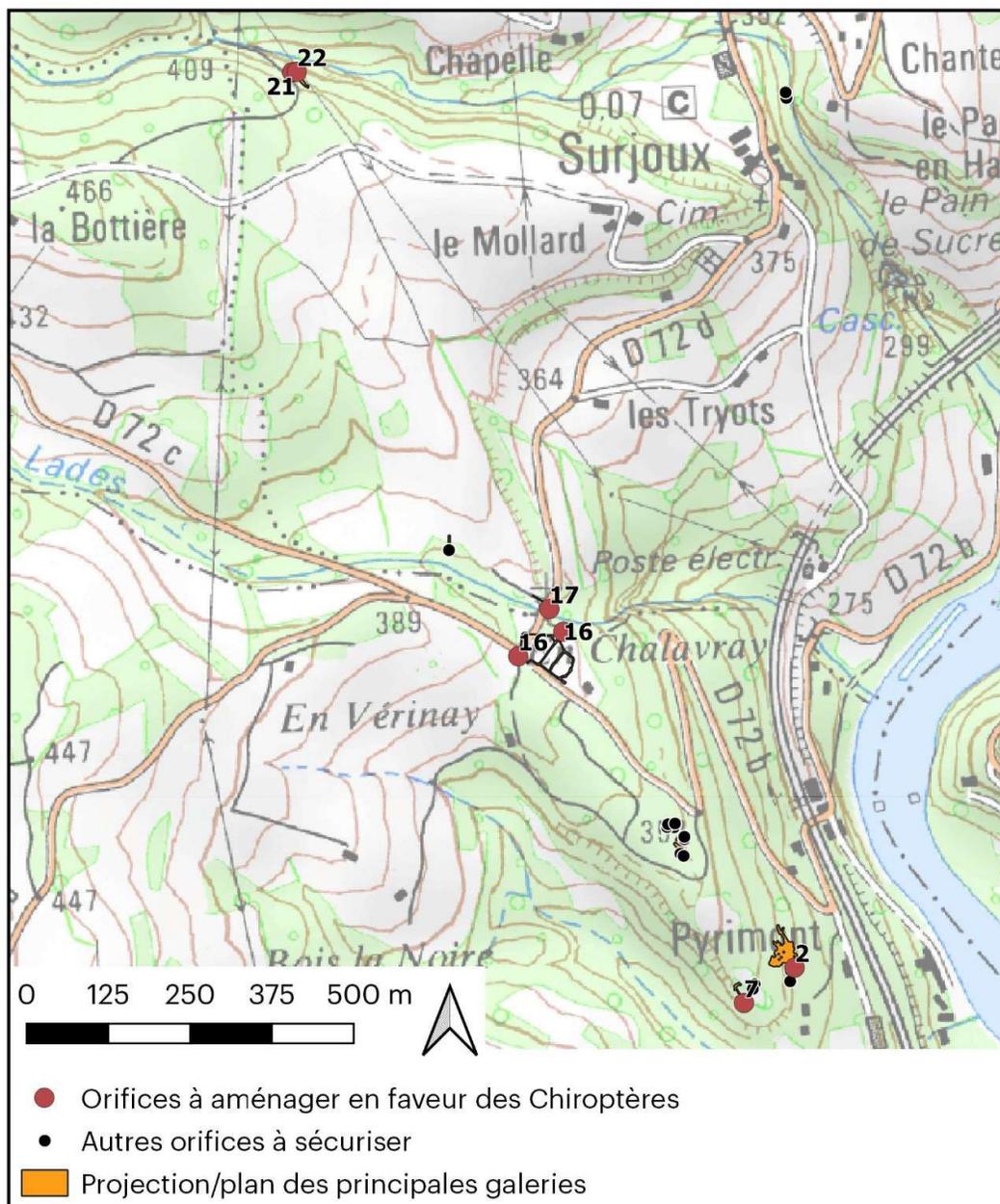
2. METHODES DE PROSPECTION

Il s'agit de prospections « à vue » dans les mines identifiées comme ayant un enjeu pour les chauves-souris. Les observations s'effectuent donc en inspectant le plus de fissures, anfractuosités, volumes accessibles à l'aide d'un éclairage, parfois d'une paire de jumelles. Selon la proximité des chauves-souris, un éclairage filtré en lumière rouge réduit fortement l'impact lumineux. L'identification se fait donc directement à vue, évidemment sans aucune manipulation des individus.

Nos prospections se sont déroulées pendant environ 5 heures (dont déplacements entre sites) les 17 décembre 2020 et 9 février 2021. Au cours d'un même hiver, et selon les conditions climatiques, on observe souvent des différences d'effectifs entre deux passages, d'où la proposition de deux sessions. Ainsi, le 17/12/20 s'inscrivait dans une période froide (gel et t° en journée proche de zéro) alors que le 9 février marquait un début de redoux pendant une quinzaine de jours, assez inhabituelle en début-mi-février.

Les galeries inventoriées sont celles ayant été identifiées comme les plus favorables en 2012 et faisant l'objet de préconisations de fermeture compatible avec le passage des chauves-souris :

- Mine n°2 « du château »
- Mine n°7, même secteur
- Mines n°16 et 17, secteur « En Chalavray »
- Mine n°21-22 (deux orifices pour la même mine), « Au Châtaignier », au-dessus du ruisseau de la Veyzeronce.
- Mine n°8 : quelques effondrements ont modifié le site et n'avons pas particulièrement retrouvé l'orifice en question. Quelques abris à proximité ont été vérifiés le 17/12/2020.



3. RESULTATS

Nos prospections cet hiver ont conduit à observer 4 espèces au total et sur l'ensemble des galeries visitées. Le détail est donné dans le tableau ci-dessous :

Mine n°	17/12/2020	09/02/2021	Remarques
Mine n°2 « du château »	Petit rhinolophe : 4	Petit rhinolophe : 4	Présence de guano, localisé Larves de salamandre dans le lac et exutoire
Mine n°7, même secteur	Petit rhinolophe : 3 Grand rhinolophe : 1	Petit rhinolophe : 3 Grand rhinolophe : 1	Guano localisé
Mine n°16, « En Chalavray »	Petit rhinolophe : 3 Murin de Natterer : 1	Petit rhinolophe : 2	Guano épars
Mine n° 17, « En Chalavray »	Aucune observation	Aucune observation	Galerie très humide et parois suintantes (peu favorable) en hiver
Mine n°21-22, « Au châtaigner »	Barbastelle d'Europe : 1	Aucune observation	Guano localisé, vers le fond
Mine n°8	Non visitée / non retrouvée (effondrements ?)	Non visitée	17/12 : quelques abris à proximité, rares guanos vus

Les statuts patrimoniaux des espèces observées sont les suivants :

Espèce	Protection nationale	Liste Rouge Rhône-Alpes 2015	Liste Rouge nationale (2017)	Espèce d'Intérêt Communautaire (DHFF)
Grand rhinolophe <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	●	En Danger (EN)	Non menacé (LC)	Annexes 2 et 4
Petit rhinolophe <i>Rhinolophus hipposideros</i>	●	Quasi-menacé (NT)	Non menacé (LC)	Annexes 2 et 4
Murin de Natterer <i>Myotis nattereri</i>	●	Non menacé (LC)	Non menacé (LC)	Annexe 4
Barbastelle d'Europe <i>Barbastella barbastellus</i>	●	Non menacé (LC)	Non menacé (LC)	Annexes 2 et 4

Nous citerons également la présence dans les mines 2, 7, 16 et 21-22, quelques invertébrés cavernicoles (trogliphiles) comme le Mollusque *Oxychilus sp.*, araignées du genre *Meta*, les Lépidoptères *Scoliopteryx libatrix*, *Triphosa dubitata*. Nous avons aussi (re)trouvé des excréments de Loir (*Glis glis*) dans la zone d'entrée de la mine n°16, et de renard roux (*Vulpes vulpes*) à la n°16 mais vers la sortie sous la route.



Petit rhinolophe



Grand rhinolophe



Barbastelle d'Europe

4. COMPARAISON AVEC LES OBSERVATIONS FAITES EN 2011-2012

Près de dix années après, les effectifs observés n'ont pas progressé d'une façon importante, même si l'on passe de 1 à 4 petits rhinolophes dans la mine n°2. Mais les résultats obtenus cet hiver témoignent de la persistance d'intérêt au niveau local de ces sites souterrains.

Mine n°	2011-2012, hors hiver (méthodes d'observations)			Hiver 2011-2012 (synthèse du 16/01 et 09/02/2012)	Hiver 2020-2021 (synthèse du 17/12/20 et 09/02/21)	
	Espèce	VV	VM	DU	VV	
Mine n°2 « du château »	Petit rhinolophe Grand rhinolophe Murin de Natterer Oreillard roux Barbastelle d'Europe	● ● ● ●	 ● ●	● ● ● ●	Petit rhinolophe : 1 Barbastelle d'Europe : 1	Petit rhinolophe : 4
Mine n°7 même secteur	Petit rhinolophe Grand rhinolophe Grand murin Murin de Natterer	● ●		● ● ● ●	Petit rhinolophe : 3	Petit rhinolophe : 3 Grand rhinolophe : 1
Mine n°16 « En Chalavray »	Petit rhinolophe Grand rhinolophe Murin de Natterer Oreillard roux Barbastelle d'Europe	● ●	● ● ●	● ● ● ●	Petit rhinolophe : 1	Petit rhinolophe : 3 Murin de Natterer : 1
Mine n° 17 « En Chalavray »	Petit rhinolophe Grand rhinolophe Murin indéterminé			● ● ●	Aucune observation	Aucune observation
Mine n°21-22 « Au châtaigner »	Petit rhinolophe Murin indéterminé Barbastelle d'Europe		●	● ● ●	Aucune observation	Barbastelle d'Europe : 1

Méthodes d'observations : VV=observation visuelle (dans le site) ; VM=Vivant en Main, capture au filet (entrées de sites) ; DU=Détection d'Ultrasons (entrées de sites). Noter qu'en hiver, il ne s'agit que d'observations visuelles directes.

Mine n°2 : Le meilleur résultat hivernal pour le petit rhinolophe a été obtenu cet hiver (n=4). Notons qu'une donnée plus ancienne (déc. 2007) mentionne 5 individus. La comparaison révèle surtout que la diversité d'espèces fréquentant la mine est plus importante en dehors de la période hivernale.

Mine n°7 : la période hivernale est similaire entre les deux périodes, en ajoutant cet hiver le grand rhinolophe. Là encore, les saisons non hivernales sont plus diversifiées avec notamment de nombreux contacts acoustiques de petit rhinolophe révélant une activité importante nocturne (allers-retours, repos nocturne, ...)

Mine n°16 : la mine possédant le développement de galeries le plus grand conserve son intérêt, pour des espèces déjà inventoriées en 2011-2012 comme le murin de Natterer et évidemment le petit rhinolophe.

Mine n°17 : la période hivernale n'est toujours pas propice à l'hivernage dans le site en raison des multiples infiltrations d'eau et suintements sur les parois. On rappelle toutefois que des données acoustiques hors hiver ont révélé une fréquentation nocturne de la galerie 17 pour les grand et petit rhinolophes.

Mine n°21-22 : les deux entrées et la relative faible profondeur de la galerie limitent le potentiel d'hivernage en raison des basses températures qui y règnent. Cela peut expliquer l'observation d'une barbastelle cet hiver (espèce non « frileuse ») et l'absence de rhinolophes en hiver.

Pour conclure sur ces comparaisons, notons que la meilleure diversité spécifique observée est hors période hivernale. L'attrait et l'intérêt de ces sites est ainsi démontré sur l'année, avec des variations saisonnières. Les données hivernales de 2020-2021 confortent celles acquises en 2011-2012.

5. AJUSTEMENT DES PRECONISATIONS DE MISE EN SECURITE

Le rapport rendu en 2012 faisait la description par galerie des fermetures et mises en sécurité pour les personnes et favorables aux espèces de chauves-souris observées.

Pendant ces prospections hivernales, nous avons été attentifs à réévaluer les préconisations de mise en sécurité. Aussi, nous proposons quelques ajustements pour améliorer ou faciliter la mise en œuvre de ces mesures.

Mine n°2 : Aucun ajustement particulier n'est apporté ici. Après montage du mur en parpaing, à l'aide d'une mini-pelle, on pourra ramener de la terre et pierres (issus d'effondrements anciens devant l'entrée, ou de légères purges du terrain surplombant l'entrée) devant ce mur. L'accès au chantier est assez aisé à condition d'éclaircir voire recalibrer légèrement le chemin d'accès. A signaler des fils (basse tension ?) entre poteaux descendant très bas au-dessus du chemin. Aussi, on porte l'attention sur la présence significative de Renouée du Japon le long de ce chemin notamment le long du mur d'enceinte du château : cette espèce invasive et très dynamique est souvent propagée lors de travaux, soit par transport de terre, soit avec les engins de travaux (chenillettes, godets,...)

Mine n°7 : sur l'implantation de la grille, nous proposons qu'elle soit installée un à deux mètres en retrait dans la galerie. En effet, la zone d'entrée est très fissurée et globalement instable qui pourrait être purgée sur environ 1 mètre. Le retrait de la grille permettrait donc une installation dans une zone plus stable et donc plus durable.

Mine n°16 : l'ajustement concerne l'extrémité de la galerie débouchant en lucarne de l'autre côté de la route. Afin d'améliorer les conditions thermiques et en humidité, et pour une meilleure stabilité du terrain sous la route, il est recommandé de combler la galerie (au minimum nécessaire pour sécuriser la route). Cela induira un nouveau cul-de-sac avec une légère augmentation de température et d'humidité, contrairement à aujourd'hui où un courant d'air, en hiver, abaisse la température et l'humidité.

Mine n°17 : aucun ajustement particulier par rapport aux préconisations précédentes.

Mine n°21-22 : aucun ajustement sur la mise en sécurité des entrées : obstruer la plus petite, aménager en léger retrait la grande entrée. Nos « préoccupations » concernent plus l'accès au chantier qui nécessairement devra créer une piste pour apporter moyens et matériaux, révélant ainsi la présence de ce site. Aujourd'hui, aucun sentier ni même sente visible ne mène à la mine n°21-22 et semble « oubliée » sinon très largement méconnue. Si la non-fermeture de cette mine ne peut être envisagée, il conviendra de trouver les moyens techniques qui minimiseront l'impact de la création d'un accès puis sa renaturation après travaux.

Dans tous les cas, les aménagements proposés devront être discutés et validés lors de visites préalables avec les services et entreprises concernées, la LPO pouvant alors exposer les préconisations pour qu'elles soient confrontées aux contraintes techniques et leur faisabilité (matériaux, accès, matériels nécessaires, autres consignes environnementales, SST,...).

6. CONCLUSION

Les prospections réalisées au cours de l'hiver 2020-2021 ont permis de conforter le rôle des anciennes mines à bitume de la concession de Seyssel pour l'hivernage de quelques espèces de chauves-souris dont certaines ont un statut patrimonial élevé. Par rapport aux données acquises en hiver 2011-2012, on peut même observer une augmentation sensible pour la mine du château (n°2) et l'hivernage d'un grand rhinolophe dans la mine n°7. Si les effectifs observés demeurent faibles et constituent un enjeu local, par comparaison avec quelques sites majeurs du département de l'Ain, on peut miser sur le fait que la mise en sécurité préconisée pour cinq galeries puisse améliorer la qualité des sites et leur tranquillité. Rappelons que l'étude menée en 2011-2012 mentionnait l'utilisation de ces anciennes mines par les chauves-souris tout au long de l'année, avec une meilleure diversité d'espèces en dehors de la période hivernale.

Une rencontre préalable aux travaux de mise en sécurité pour les mines étudiées et favorables aux chauves-souris quelle que soit la période de l'année (n°2, 7, 16, 17 et 21-22), permettra de valider les préconisations de mise en sécurité, ou de les ajuster en fonction des diverses contraintes techniques liées aux travaux (matériaux, mise en œuvre, accès aux orifices, ...).



Projet de fermeture des mines de « Seyssel »

*Fin de concession des mines à bitume de « Seyssel »
Communes de Surjoux et Chanay (Ain)*

Etude des Chiroptères et de la faune troglophile



Robin LETSCHER

Juin 2012

Projet de fermeture des mines de « Seyssel »

Fin de concession des mines à bitume de « Seyssel » Communes de Surjoux et Chanay (Ain)

Etude des Chiroptères et de la faune troglodyte

Etude réalisée pour le compte d'ARCADIS.

Sommaire

A.	Introduction	3
B.	Méthodes	4
B.1.	Chiroptères	4
B.1-1.	Contrôle des galeries, comptages	4
B.1-2.	Utilisation des mines pendant l'activité nocturne des Chiroptères.....	4
a)	Captures.....	5
b)	Détection active.....	5
c)	Détection passive.....	5
B.2.	Faune, autre que Chiroptères.....	6
C.	Résultats	7
C.1.	Chiroptères	7
C.1-1.	Comptages diurnes dans les mines	7
C.1-2.	Prospections nocturnes.....	8
a)	Résultats généraux	8
b)	Résultats issus des enregistreurs	9
C.2.	Observations sur les autres groupes faunistiques	10
C.2-1.	Mammifères (autres que Chiroptères)	10
C.2-2.	Oiseaux.....	10
C.2-3.	Amphibiens.....	10
C.2-4.	Invertébrés.....	10
D.	Synthèse et enjeux faunistiques	11
E.	Mise en sécurité favorable à la faune.....	12
E.1.	Fiches d'aménagements.....	13
E.2.	Description des mesures	21
E.2-1.	Mesures réductrices	21
E.2-2.	Mesures conservatoires	21
E.2-3.	Mesures compensatoires	22
E.2-4.	Mesures de suivi, d'accompagnement.....	22
a)	Suivi des Chiroptères	23
b)	Suivi de la faune, autre que Chiroptères	23
c)	Suivi climatologique	23
E.3.	Convention.....	24
F.	Références citées.....	24
G.	ANNEXES.....	25
G.1.	Statut patrimoniaux et de menace des Chiroptères présents en Rhône-Alpes ..	25
G.2.	Exemples de fermetures adaptées pour les Chiroptères.....	26

A. INTRODUCTION

Les Chiroptères sont un groupe de Mammifères qui constitue souvent des enjeux de conservation, tant par leur statut patrimonial aux niveaux régional, national et européen, que par leur place dans les écosystèmes (insectivores, espèces indicatrices...). Les 34 espèces françaises métropolitaines ainsi que les habitats essentiels à leur cycle biologique, sont protégés par la loi (arrêté du 23 avril 2007, NOR : DEVN0752752A).

Le milieu souterrain, qu'il soit d'origine naturelle (grottes, gouffres) ou anthropique (mines, carrières souterraines, tunnels, autres galeries...) constituent des sites particuliers vis-à-vis de certains groupes faunistiques parfois exclusifs dans le cycle annuel ou primordiaux à certaines périodes du cycle annuel des Chiroptères (hibernation, transit, sites d'accouplements, de repos nocturne...). Les interfaces avec le milieu extérieur, ou les 50 premiers mètres, sont aussi utilisés par des invertébrés souvent tout au long de l'année (faune troglophile).

Une circulaire du 14/10/2009 modifie la circulaire DIE 200 (du 06/08/1991), précisant les modalités à mettre en œuvre lors d'un fin de concession minière au regard des enjeux environnementaux notamment vis-à-vis des Chiroptères. Le Plan National d'Actions en faveur des Chiroptères court sur la période 2009-2013. Ainsi, cette circulaire vient pleinement s'inscrire dans ce PNA pour la conservation des gîtes à Chiroptères.

Le projet de fermeture des anciennes mines à bitume dites « de Seyssel » prend en compte les études environnementales nécessaires à une mise en sécurité compatible avec d'éventuels enjeux écologiques de conservation d'espèces fréquentant ces milieux souterrains.

Cette étude veut donc répondre aux effets possibles ou avérés des fermetures des galeries souterraines et surtout apporter des préconisations concrètes pour l'adaptation des fermetures des galeries en fonction des enjeux identifiés vis-à-vis des Chiroptères d'une part et de la faune troglophile d'autre part.

Les objectifs de notre étude sont :

- Identifier les espèces de chauves-souris qui occupent les anciennes carrières selon la période de l'année et au cours d'un cycle biologique annuel,
- Inventorier la faune troglophile présente dans les galeries
- Déterminer l'attrait du site pour les chiroptères en phase nocturne (chasse, gîtes de repos nocturne, sites d'accouplements) et les enjeux vis-à-vis des espèces recensées.
- Evaluer les effets du projet de fermeture sur ces espèces,
- Proposer d'éventuelles adaptations des fermetures, compatibles avec les espèces recensées, et selon les préconisations de la DIE 200 modifiée par la circulaire du 14/10/2009.

B. METHODES

Afin de réaliser cette étude, plusieurs méthodes complémentaires ont été mises en œuvre pour répondre aux objectifs. Ces méthodes sont également adaptées en fonction de la période de prospection.

B.1. Chiroptères

B.1-1. Contrôle des galeries, comptages

Il s'agit des prospections « à vue » dans les mines, ou comptages. Les observations s'effectuent donc « à vue » à l'aide d'un éclairage puissant et d'une paire de jumelles. L'objectif est d'identifier les espèces utilisant les anciennes mines comme gîtes au cours d'une année : hivernage, estivage, transit.

Quatre comptages étaient planifiés sur l'année, couvrant ainsi le cycle biologique. Le comptage hivernal a été doublé, étant donnée la vague de froid de la première quinzaine de février. Ces comptages ont donc été réalisés les 4 juillet et 14 octobre 2011, les 16 janvier, 9 février et 13 avril 2012.

B.1-2. Utilisation des mines pendant l'activité nocturne des Chiroptères

Si certains gîtes souterrains ne sont pas occupés par les chauves-souris en tant que gîtes diurnes (individus visibles en journée), ils peuvent être assidûment fréquentés pendant la nuit soit comme gîte de repos nocturne entre deux phases de chasse, soit comme site d'accouplement en fin d'été et en automne. Or ce type d'occupation n'est pas décelable par de simples prospections en journées.

L'importance des gîtes de repos nocturne commence à être étudiée. Ces études récentes démontrent leur intérêt pour les espèces et comme faisant partie intégrante de leurs domaines d'alimentation (ou habitats de chasse). Cela a été démontré notamment pour le Petit rhinolophe concluant au fait que ces gîtes doivent être protégés (KNIGHT et JONES, 2009).

C'est pourquoi nous avons effectué des sessions de captures et de détection acoustique en entrées de mines pendant la période d'activité nocturne, en mai, juillet et septembre.

Les galeries sélectionnées pour cette action sont celles qui présentent le meilleur potentiel pour accueillir des Chiroptères. Nous avons donc sélectionné :

- La mine n° 2 : mine du Château, Pyrimont (Chanay).
- La mine n° 16 : En Chalavray (Chanay)
- La mine n° 21-22 (2 orifices pour la même galerie) : Les Châtaigners (Surjoux).

Ces 3 sites ont fait l'objet de prospections nocturnes à 3 reprises.

	N°2	N°16	N°21-22
Session 1 (mai)	27/05	13/05	28/05
Session 2 (juillet)	16/07	04/07	15/07
Session 3 (septembre)	20/09	21/09	22/09

Aussi, en juillet et septembre, nous avons installé des enregistreurs d'ultrasons aux mines 7 et 17, pendant les captures aux mines 2 et 16.

a) Captures

La capture d'individus est la méthode d'inventaire nocturne permettant de :

- Déterminer l'état sexuel des individus,
- Confirmer ou non un statut de reproduction,
- Identifier les espèces « jumelles » ou difficilement identifiables par la détection acoustique.
- Equiper de micros-émetteurs radio des femelles reproductrices pour quelques espèces ciblées afin de trouver par la suite leur gîte de parturition. Notons qu'une étude radiotéléométrique complète permet en plus de connaître leurs zones de chasse, les distances parcourues, une approche de la taille du domaine vital.

Les individus capturés sont identifiés, sexés et âgés, puis relâchés aussitôt. La capture, même temporaire, d'espèces protégées étant soumise à autorisation préfectorale (après avis du CNPN), les personnes effectuant ce travail étaient munies de l'autorisation de captures dans l'Ain valide jusqu'en 2013 inclus.

Des filets sont placés aux entrées de galeries et aux abords immédiats. Les individus capturés sont identifiés, mesurés et relâchés aussitôt sur place.

b) Détection active

Nous entendons par détection active, l'utilisation de détecteurs en temps réel par un chiroptérologue.

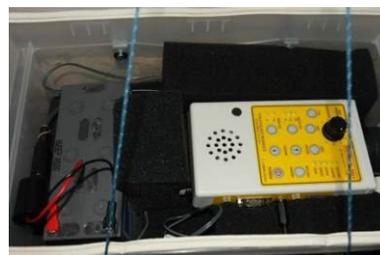
Cette méthode permet dans un premier temps de constater la présence/absence de Chiroptères ainsi qu'une première détermination de certaines espèces sur le terrain, en temps réel. L'enregistrement des sons (sur support numérique) en expansion de temps conduira à une analyse informatique a posteriori afin de déterminer l'espèce au sein de groupes difficilement identifiables (genre *Myotis* notamment). Notons que, à ce jour, la méthode ne permet pas toujours d'aboutir à l'identification jusqu'à l'espèce, notamment pour les *Myotis* et les espèces « jumelles » comme les Oreillardes ou les murins de grande taille (*Myotis myotis /blythii*).

La détection active a été utilisée en complément lors des séances de captures afin d'identifier les espèces qui viendraient aux entrées des galeries, sans se faire capturer.



c) Détection passive

Des détecteurs d'ultrasons peuvent enregistrer automatiquement tout signal de chauves-souris et conduit à une évaluation quantitative de la fréquentation des milieux où ils sont placés. Le calcul d'un indice d'activité est alors possible selon le nombre de fichiers générés par l'enregistreur. Cet indice peut être calculé pour différents groupes d'espèces, selon leur puissance d'émission sonar. Les systèmes que nous avons utilisés sont l'ANABAT® SD1 (Titley Electronics) et Batlogger® (WSL, Suisse). Ils enregistrent toute source ultrasonore venant de chauves-souris en horodatant le fichier. Il est donc possible d'estimer le nombre de passages par espèce au cours d'une nuit (ou le temps pendant lequel l'appareil est laissé en fonctionnement).



Enregistreur Anabat SD1. Alimenté par une batterie externe, l'autonomie de l'appareil peut dépasser un mois.

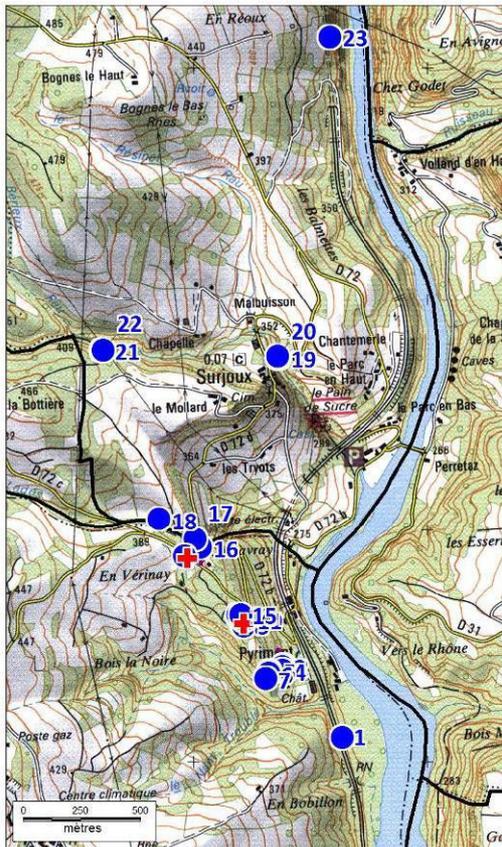
Nous avons donc placé un enregistreur à la galerie n°7 (les 16/07 et 20/09) et n°17 (21/09) pour estimer leur fréquentation par les Chiroptères comme gîtes nocturnes.

B.2. Faune, autre que Chiroptères

Au cours des comptages de Chiroptères en journées, ainsi qu'après les sessions de captures, nous avons recherché la présence ou indices de présence pour toute autre faune (vertébrée et invertébrée) dans les galeries. Ces recherches se sont effectuées à vue. Concernant la faune invertébrée aquatique, il n'a pas été possible de mobiliser les compétences nécessaires après des contacts pris avec l'université Lyon 1 et des biospéléologues afin de réaliser des prélèvements. Lors du comptage des Chiroptères du 16/01/2012, nous étions accompagnés par Robert Le Pennec, spéléologue ayant des connaissances précises sur cette faune. Mais nous n'avons pas pu mener de campagne de piégeages.



Observation de *Oxychilus* sp. dans la mine n°16, le 16/01/2012 par R. Le Pennec.



- Orifices des galeries de mines
- ✚ Orifices obstrués
- ▭ Galeries de mines, plan
- ▭ Limites communales



Sources : Arcadis, scan25®©IGN, BDortho®©IGN
Réalisation : R. LETSCHER / Data Naturalia, juin 2012

Localisation des galeries de mines à bitume de « Seyssel ». Les nombres correspondent aux numéros des entrées, repris dans ce rapport.

C. RESULTATS

C.1. Chiroptères

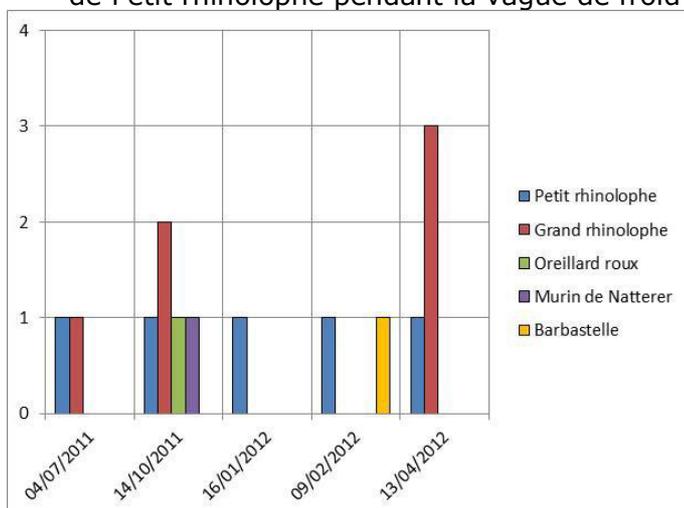
C.1-1. Comptages diurnes dans les mines

Lors des 5 comptages en journées (dont 2 en période hivernale), 4 galeries de mine abritaient des Chiroptères : les mines n°2, 7, 8 et 16.

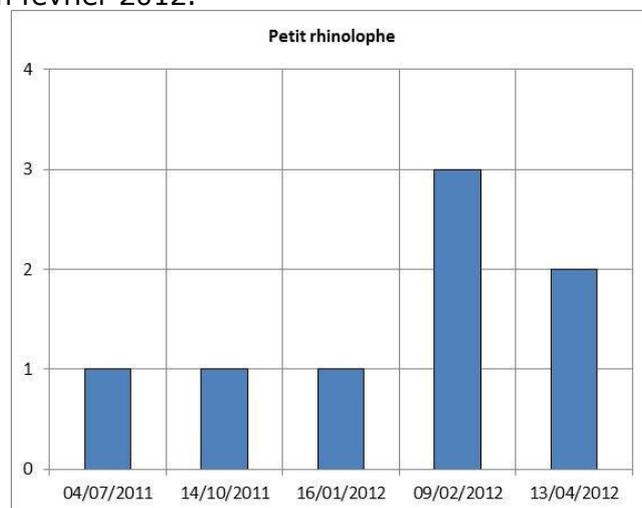
Nous remarquons que les effectifs ne sont pas importants, avec moins de 6 individus au total pour un site et par visite.

Nous constatons par contre la haute qualité des espèces présentes, avec 3 espèces d'intérêt communautaire (annexe 2 de la Directive Habitats-Faune-Flore) sur les 5 espèces observées. Seule la mine n°2 a révélé cette diversité, les autres étant occupées par une ou deux espèces de rhinolophes. Les statuts patrimoniaux sont indiqués dans le tableau 1.

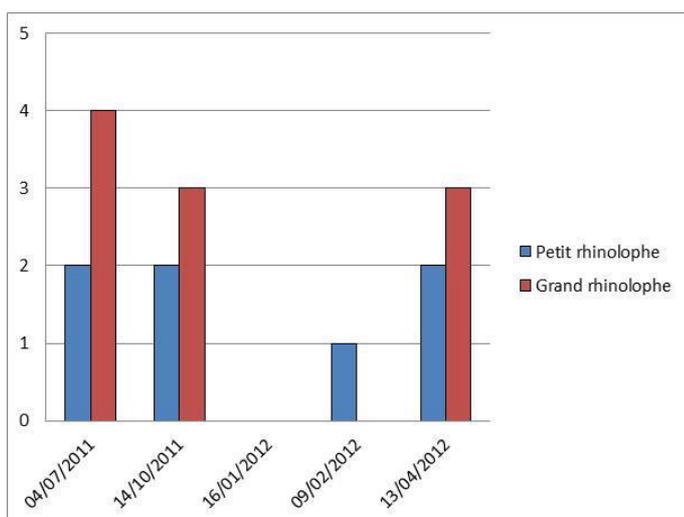
Aussi, les meilleurs comptages n'ont pas eu lieu en hiver mais plutôt au cours des périodes de transit : automne et printemps. Seule la mine n°7 abritait le meilleur effectif de Petit rhinolophe pendant la vague de froid en février 2012.



Résultats des comptages diurnes dans la mine n°2



Résultats des comptages diurnes dans la mine n°7



Résultats des comptages diurnes dans la mine n°16

La mine n°8(-9) abritait un Petit rhinolophe le 14/10/2011. Cette mine est de faible dimension et très instable. Les deux autres galeries *a priori* favorables en tant que gîtes diurnes pour les Chiroptères (n°17 et 21-22), n'abritaient pas de chauves-souris lors de nos prospections en journées. Par contre, quelques grains de guano étaient observés, montrant une occupation épisodique de ces galeries.

C.1-2. Prospections nocturnes

a) Résultats généraux

Au cours des 9 prospections nocturnes, nous avons pu recenser **6 espèces de Chiroptères utilisant les mines pendant la période nocturne**. Soulignons que 5 espèces *a minima* fréquentent les mines n°2 et n°16. Nous constatons que les espèces inventoriées au cours des prospections nocturnes à la mine n°2 sont les mêmes que celles qui y ont été observées pendant les comptages diurnes.

Quatre des 6 espèces ont un intérêt patrimonial fort : espèces d'intérêt communautaire (annexe 2 de la DHFF) et statut de menace élevé dans la Liste Rouge des Vertébrés terrestres de Rhône-Alpes.



Grand rhinolophe



Barbastelle



Petit rhinolophe

Tableau 1 : Chiroptères fréquentant les mines échantillonnées pendant les prospections nocturnes.

Espèce	LR RA	DHFF	Mine (n°2) Pyrimont	Mine (n°7) Pyrimont	Mine (n°16) Les Lades	Mine (n°17) Les Lades	Mine (n°21-22) Au Châtaigner
Grand rhinolophe <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	CR	II, IV	●	●	●	●	
Petit rhinolophe <i>Rhinolophus hipposideros</i>	EN	II, IV	●	●	●	●	●
Grand murin <i>Myotis myotis</i>	VU	II, IV		●			
Murin de Natterer <i>Myotis nattereri</i>	NT	IV	●	●	●		
Oreillard roux <i>Plecotus auritus</i>	LC	IV	●		●		
Barbastelle d'Europe <i>Barbastella barbastellus</i>	EN	II, IV	●		●		●

En grisé, les groupes acoustiques (identification jusqu'à l'espèce non possible avec les séquences enregistrées).

En gras, les espèces d'intérêt communautaire (annexe 2 DHFF).

Statuts patrimoniaux (rappelant que toutes les espèces françaises sont protégées par la loi) :

- LR_RA-Liste Rouge Rhône-Alpes (DE THIERSANT et DELIRY, 2008), LR_F-Liste Rouge France (UICN FRANCE *et al.*, 2009) et LR_UE-Liste Rouge Europe (UICN, 2007). Vertébrés menacés : CR = En danger critique ; EN = En danger ; VU = Vulnérable ; DD = insuffisamment documenté mais probablement menacés. Vertébrés non menacés : NT = quasi-menacé ; LC = Faible risque ; NA = Non applicable.
- DHFF (Directive Habitats-Faune-Flore) : II = annexe 2 ; IV = annexe 4.

Tableau 2 : Autres espèces recensées mais ne fréquentant pas les mines a priori (détection acoustique, près des entrées, sans intention nette de rentrer dans les mines).

Espèce	LR RA	DHFF	Mine (n°7) de Pyrimont	Mine (n°16) Les Lades	Mine (n°2) de Pyrimont	Mine (n°21-22) Au Châtaigner (Surjoux)
Murin de Brandt / émarginé / moustaches <i>Myotis brandtii / emarginatus / mystacinus</i>					●	
Murin de "petite taille" <i>Myotis sp.</i>					●	●
Sérotine commune <i>Eptesicus serotinus</i>	VU	IV			●	
Pipistrelle commune <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	LC	IV	●	●	●	●
Pipistrelle de Kuhl <i>Pipistrellus kuhlii</i>	LC	IV				
Pipistrelle de Kuhl / Nathusius <i>P. kuhlii / nathusii</i>			●	●	●	●
Pipistrelle commune / Minioptère <i>P. pipistrellus / M. schreibersii</i>					●	
Molosse de Cestoni <i>Tadarida teniotis</i>	LC	IV			●	

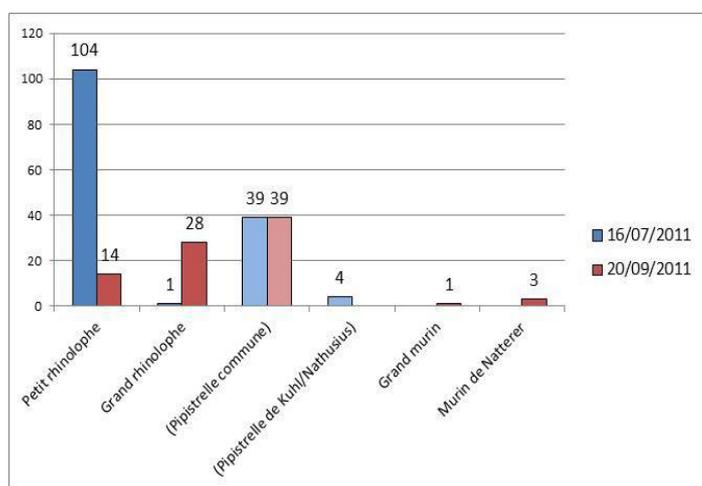
En grisé, les groupes acoustiques (identification jusqu'à l'espèce non possible avec les séquences enregistrées).

b) Résultats issus des enregistreurs

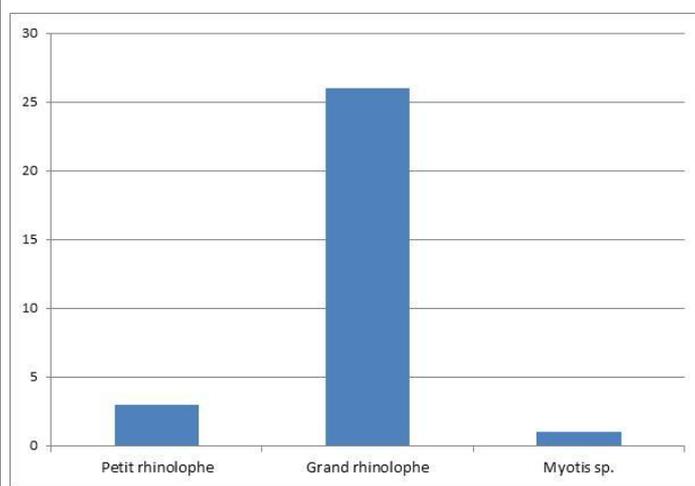
Les enregistreurs d'ultrasons laissés dans les galeries 7 et 17 lors des sessions de captures à d'autres mines (respectivement les mines n°2 et 16) nous renseignent sur la fréquentation de ces sites via le nombre de fichiers générés.

La nette dominance du Petit rhinolophe le 16/07/2011 dans la mine n°7 indique, après analyse des horaires de fichiers, plusieurs va-et-vient avec des périodes de repos. Cela confirme à cette période que ce site est un gîte de repos entre deux phases de chasse, à proximité. Rejoignant les conclusions de KNIGHT et JONES (2009), ce site doit donc être conservé et son accès garanti pour l'espèce. Notons également quelques périodes de repos pour le Grand rhinolophe et de rares contacts pour le Grand murin et le Murin de Natterer. Les pipistrelles ont été probablement captées en activité à l'extérieur devant l'entrée.

La galerie n°17 n'a été échantillonnée qu'une fois le 21/09/2011. Alors qu'aucune chauve-souris n'était vue pendant les comptages diurnes, l'enregistreur a révélé des passages de Grand rhinolophe essentiellement, de Petit rhinolophe et un murin indéterminé. Positionné dans la galerie, ces contacts sont forcément issus d'individus entrant dans ce gîte.



Nombre de fichiers générés pendant 4 heures de temps dans la mine n°7, les 16/07 et 20/09/2011. Les Pipistrelles communes et le groupe « Kuhl/Nathusius » ont été captées vraisemblablement à l'extérieur (leur sonar est plus puissant que les rhinolophes)



Nombre de fichiers générés pendant 4 heures de temps dans la mine n°17, le 21/09/2011.

C.2. Observations sur les autres groupes faunistiques

C.2-1. Mammifères (autres que Chiroptères)

Notamment dans la galerie n°16, nous avons observé pendant la nuit (après démontage du filet de capture) un à deux Loirs gris (*Glis glis*) ainsi qu'un Mulot (*Apodemus sp.*). Ces deux espèces de rongeurs trouvent dans les cavités souterraines des abris prisés d'autant qu'ils fournissent de nombreuses caches entre les pierres des murets intérieurs.

Des traces de Blaireau étaient visibles dans la galerie 21. Des excréments de Renard ont été trouvés dans les mines 2, 7 et 16.



Loir gris *Glis glis*, de nuit dans la mine n°16.

C.2-2. Oiseaux

La chouette hulotte a été observée dans la galerie n°7. Elle trouve refuge dans les cavités souterraines souvent en journée, parfois de nuit pour s'y reposer.

C.2-3. Amphibiens

Dans la zone d'entrée, le lac de la mine du château (n°2) abrite des larves de Salamandre. Espèce protégée, la Salamandre tachetée devra donc être prise en compte dans l'aménagement de l'entrée de la mine n°2. Rappelons que les habitats nécessaires aux besoins biologiques des espèces protégées sont de fait protégés (arrêté du 19/11/2007, NOR : *DEVN0766175A*). L'entrée de la mine 17 est également favorable à la Salamandre, bien que n'ayant pas observé de larves.



Larve de Salamandre tachetée

C.2-4. Invertébrés

Comme précisé dans la partie « méthodes », la faune invertébrée aquatique n'a pas pu être inventoriée. Avec R. Le Pennec, nous n'avons pas observé d'invertébrés aquatiques pendant les contrôles du 16/01/12. Son interprétation est que « *la plupart des écoulements étant temporaires, il est peu probable qu'une faune aquatique représentative des cavités souterraines soit présente, cela méritant toutefois confirmation par des piégeages* ».

Nous avons pu observer quelques espèces invertébrées terrestres troglophiles comme les Araignées *Meta menardi*, les Lépidoptères *Scoliopteryx libatrix* et *Triphosa dubitata* dans les galeries 2, 7, 16, 17, 21-22. Le Mollusque *Oxychilus sp.* est en partie troglophile (observé dans la galerie 16) où il prédate notamment les papillons posés sur les parois. Chironomes et Tipules étaient surtout présents dans les mines n°2, 7 et 16.



Meta menardi (©R. Letscher)



Oxychilus draparnaudi (©A. Bertrand)



Scoliopteryx libatrix (©R. Letscher)

D. SYNTHÈSE ET ENJEUX FAUNISTIQUES

Les résultats des prospections pour les galeries n° 2, 7, 8, 16, 17 et 21-22 révèlent les éléments suivants :

- **De faibles effectifs plaçant les enjeux à une échelle locale.** Des gîtes souterrains abritent des effectifs plus importants (par exemple environ 80 Grands rhinolophes) en hiver, mais distants des mines de Seyssel d'environ 15 km ou plus. Mais ces gîtes qualifiés de majeurs sont seulement au nombre d'une dizaine dans l'Ain, selon l'état actuel des connaissances.
 - **Un statut patrimonial fort des espèces présentes** dans les galeries : 4 espèces sur les 6 inventoriées sont inscrites en annexe 2 de la Directive Habitats-Faune-Flore, ainsi que dans la Liste Rouge des Vertébrés en Rhône-Alpes. Quelque soient les effectifs, il est donc indispensable de conserver un accès à ces sites pour les chauves-souris, d'autant que le secteur n'a qu'une très faible densité de cavités souterraines.
 - **Une fréquentation par les Chiroptères toute l'année** et, selon les galeries, **parfois dominante en cours de nuits plutôt qu'en journées.** Il était donc essentiel de réaliser des prospections nocturnes par les méthodes acoustiques et de captures. Les gîtes de repos nocturne sont indispensables pour les Chiroptères entre deux phases de chasse et font partie intégrante de leurs terrains de chasse.
 - **D'autres espèces protégées de Vertébrés** utilisent certaines galeries soit comme refuges (chouette Hulotte), soit comme site de « reproduction » (larves de Salamandre tachetée dans le lac de la mine n°2). D'autres vertébrés non protégés y trouvent également refuge (Loir, Mulot, Renard, Blaireau...)
 - Une **faune invertébrée qui est représentative de la faune cavernicole de la région** (Araignées, Hétérocères, Chironomes, Mollusques...), sachant que les invertébrés aquatiques n'ont pas pu être inventoriés précisément. Les galeries présentant le meilleur potentiel pour cette faune sont cependant celles qui doivent être préservées pour les Chiroptères.
- Considérant ces éléments, **les enjeux sont identifiés comme forts à une échelle locale**, sur une zone de 10 à 15 km autour de la concession, mais faibles à une échelle départementale et régionale étant donné le nombre important de cavités disponibles dans le Bugey et des effectifs significatifs pour les espèces recensées en d'autres cavités.
- Une majorité des espèces inventoriées ici ayant un statut patrimonial fort, et en adéquation avec le Plan National d'Actions en faveur des Chiroptères en cours, **la préservation de l'accès aux galeries pour ces espèces est un enjeu fort.** Si le Bugey demeure un « bastion » pour les deux espèces de rhinolophes et la Barbastelle, la diminution progressive des gîtes disponibles (tant bâtis que souterrains) a un effet négatif sur les populations locales.

→ **L'accès aux mines n° 2, 7, 16, 17 et 21-22 doit être aménagé** (tableau 3), **en application de la circulaire du 14/10/2009 modifiant la circulaire du 6 août 1991 DIE 200.** La réalisation des aménagements préconisés pour la fermeture de ces galeries évitera ainsi toute mise en œuvre de mesures compensatoires comme la création de gîtes souterrains au moins équivalents en volumes perdus...

La mine n°8(-9) présente une dangerosité trop élevée liée à l'effondrement pour qu'elle soit conservée : une mesure d'éventuel sauvetage est prévue en cas de présence d'un Petit rhinolophe avant fermeture définitive.

Tableau 3 : Synthèse des enjeux liés à une obstruction définitive des orifices de galeries de mines.

Secteur	N° orifice	Type	Obstruction définitive	Commentaire
1 - Pyrimont	1	abri	●	
	2	galeries - volume	●	Aménagement de la fermeture indispensable : Chiroptères, autre faune
	3	abri	●	
	4	abri	●	
2 - Mine du Château	5	abri	●	Peu de guano, reposoir, proximité de la galerie n°7 à préserver
	6	abri	●	Peu de guano, reposoir, proximité de la galerie n°7 à préserver
	7	galerie	●	Aménagement de la fermeture indispensable : Chiroptères, autre faune
	8	abri - galerie	●	Dangerosité importante, à condamner, malgré la présence d'un Petit rhinolophe. Protocole de sauvetage avant fermeture.
	9	abri	●	
3 - En Chalavray	10	abri	●	
	11	abri	●	
	12	abri	●	
	13	abri	●	
	14	abri	●	
	15	abri	●	
4 - Les Lades	16	galerie complexe	●	Aménagement de la fermeture indispensable : Chiroptères, autre faune
	17	galerie	●	Aménagement de la fermeture indispensable : Chiroptères. Gîte de repos nocturne au moins pour le Grand rhinolophe. Peut être fermée aux personnes
	18	galerie noyée	●	A conserver en l'état ? ou obstruer
5 - Vézeronce	19	abri	●	
	20	abri	●	
6 - Au Châtaigner	21-22	galeries - volume	●	Aménagement de la fermeture indispensable : Chiroptères, autre faune
7 - En Réoux	23	galerie fermée	●	

● : Mine sans faune, pouvant être définitivement obstruée (article 3.2.1. de la DIE 200 modifiée par la circulaire du 14/10/2009).

● : Mine avec présence de faune, sans accès aux personnes (article 3.2.2.)

● : Mine avec présence de faune, avec accès à des personnes habilitées pour le suivi (article 3.2.3.)

E. MISE EN SECURITE FAVORABLE A LA FAUNE

En application de la circulaire du 14/10/2009 modifiant la circulaire du 6 août 1991 DIE 200 (source MEEDEM), la fermeture de mines doit prendre en compte la présence de faune, notamment des Chiroptères, espèces aux enjeux environnementaux et de conservation forts, rappelant qu'un Plan National d'Actions en faveur des Chiroptères est en cours (2009-2013). **Selon les 3 catégories définies dans l'article 3.2., 5 galeries de la concession minière dite de « Seyssel » nécessitent une fermeture compatible avec les enjeux faunistiques relevés : les galeries 2, 7, 16, 17 et 21/22.** Seule la galerie 17, ne sera pas obligatoirement pourvue d'un système d'ouverture pour des personnes habilitées. Concernant les 4 autres, un système de barreaux coulissants ou portillons verrouillés sera nécessaire pour permettre un suivi des sites par des personnes habilitées.

Nous synthétisons les enjeux et présentons les aménagements nécessaires pour les 5 galeries dans les fiches individuelles qui suivent.

E.1. Fiches d'aménagements

<p>Mine n° 2 (Château de Pyrimont) - Chanay</p> <p>Rappel des espèces présentes et des enjeux : 5 espèces de Chiroptères <i>a minima</i> utilisent la galerie toute ou partie de l'année : Grand rhinolophe, Petit rhinolophe, Murin de Natterer, Oreillard roux, Barbastelle.</p> <p>Salamandre tachetée dans la zone d'entrée du lac. Autre faune troglodyte : <i>Meta menardi</i> (Araignée), <i>Scoliopteryx</i> et <i>Triphosa</i> (Hétérocères). Faune aquatique invertébrée non évaluée (aucune espèce n'est réglementairement protégée).</p>	<p>Catégorie 3.2.3 : accès aux personnes</p>  <p style="text-align: center;">Grand rhinolophe</p>
<p>Description de l'aménagement : La description précise dépendra des travaux envisagés pour réduire le volume du lac. Nous retiendrons la réduction de l'entrée par le montage d'un mur sur la moitié de l'entrée actuelle puis avec un apport de matériaux et de terre devant ce mur à l'extérieur. Côté lac, des barreaux verticaux (tubes en acier de 100 mm de diamètre remplis de béton) seront scellés dans le sol après carottage : cette partie de la fermeture permet un écoulement des eaux tout en garantissant l'inaccessibilité. Sur la partie restante de la fermeture, des barreaux horizontaux permettent le passage des chiroptères. Dans cette partie, 2 barreaux coulissants fermés par des clavettes et cadenas constituent le passage (environ 60x60cm) pour des personnes. Une attention sera portée sur l'espace libre entre le sol et le 1^{er} barreau horizontal : cet espace est parfois difficile à maîtriser et peut faire l'objet de creusements pour franchir la fermeture. On peut, par exemple, souder des barreaux verticaux scellés dans le sol au 1^{er} barreau horizontal.</p>	<p>Caractéristiques et matériaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Moellons agglo pour le mur - Rapport de blocs et terre par une pelleteuse devant ce mur (côté extérieur) - Tubes métalliques de 100 mm remplis de béton (pour les dispositions verticales et horizontales) - Espaces inter-barreaux de 13 cm. - 2 barreaux coulissants dans la partie horizontale de la fermeture, ou portillon (cf. mine n°7) - Système de fermeture par clavettes et/ou cadenas.
<p>Période favorable aux travaux : Septembre - octobre</p>	<p>Suivi du chantier par un expert « faune » : Indispensable dans la définition précise de la fermeture, et réception des travaux.</p>
<p>Mesures réductrices et d'atténuation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Respecter la période de travaux - Effectuer l'aménagement de la fermeture du site tel que préconisé dans cette fiche. <p>Mesures conservatoires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définition précise des mesures en fonction des travaux sur le lac mais <u>maintien indispensable d'une zone en eau près de l'entrée</u>, même si le niveau est abaissé, pour la Salamandre tachetée. <p>Mesures compensatoires : Néant</p>	<p>Mesures de suivi, d'accompagnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suivi sur 5 ans à 4 visites/an, globalisé sur les quatre galeries ayant un accès aux personnes habilitées. - Suivi nocturne des Chiroptères : 3 soirées / an, sur 5 ans. Pose d'enregistreurs d'ultrasons : 4 sessions d'un mois, par année dont une en hiver. Analyses acoustiques des fichiers en sus. - Pose d'enregistreurs de température et d'humidité (de type datalogger TinyTagg®) : 5 dataloggers.
<p>Effets résiduels : Aucuns négatifs dès lors que les mesures citées ci-dessus sont appliquées. Effet positif attendu grâce à la réduction de l'ouverture de la galerie influant sur la luminosité et des conditions thermo-hygrométriques <i>a priori</i> meilleures en période hivernale.</p>	<p>Aspects réglementaires : Néant. La dérogation « espèces protégées » n'est pas à considérer dès lors que l'entrée de ce site est aménagée comme indiqué ici, et en accord avec la Circulaire du 14/10/2009 modifiant la « DIE 200 ».</p>

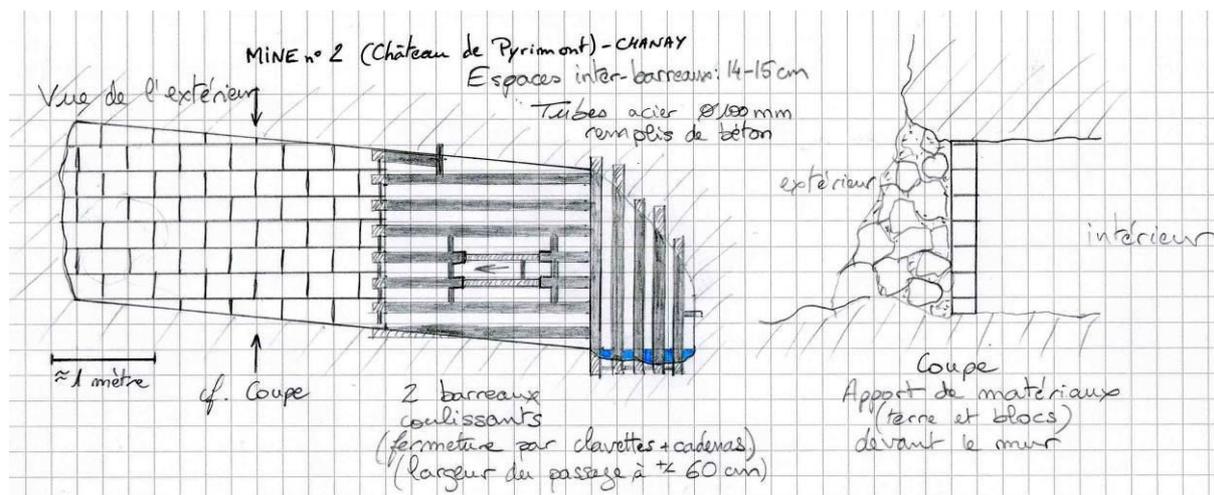


Schéma de l'aménagement pour la mine n°2 : à adapter selon les travaux prévus pour la réduction du niveau du lac.



Entrée de la mine n°2

<p>Mine n° 7 (Château de Pyrimont) - Chanay</p> <p>Rappel des espèces présentes et des enjeux : 4 espèces de Chiroptères a minima utilisent la galerie toute ou partie de l'année : Grand rhinolophe, Petit rhinolophe, Murin de Natterer, Grand murin. Une observation de Chouette hulotte (espèce protégée), utilisant la galerie comme refuge diurne. Autre faune troglodyte : <i>Meta menardi</i> (Araignée), <i>Scoliopteryx</i> et <i>Triphosa</i> (Hétérocères). Crustacé aquatique se rapprochant de <i>Niphargus sp.</i></p>	<p>Catégorie 3.2.3 : accès aux personnes</p>  <p>Petit rhinolophe</p>
<p>Description de l'aménagement : L'entrée de faible dimension et assez instable incite à procéder à la fermeture à 1 mètre à l'intérieur de l'entrée, pouvant s'appuyer sur les murs de pierres et la dalle rocheuse en plafond. Des barreaux horizontaux doivent constituer la totalité de la fermeture. Une attention doit être portée à l'espace inter-barreaux <u>de 15 cm dans la moitié haute</u>, nécessaire pour que la Hulotte accède dans la galerie. La largeur de l'entrée est trop faible pour installer des barreaux coulissants pour le passage des personnes habilitées. Ici, un portillon fait avec deux barres solidaires et gondé en bordure permettra l'accès. Un cadenas assurera la fermeture, et devra être protégé dans un cadre en acier, côté intérieur de l'entrée. Une attention sera portée sur l'espace libre entre le sol et le 1^{er} barreau horizontal : cet espace est parfois difficile à maîtriser et peut faire l'objet de creusements par des personnes pour franchir la fermeture. On peut, par exemple, souder des barreaux verticaux scellés dans le sol au 1^{er} barreau horizontal.</p>	<p>Caractéristiques et matériaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tubes métalliques de 100 mm remplis de béton - Espaces inter-barreaux de 13 à 15 cm. - Portillon avec deux barres. Dimension de l'ouverture d'environ 60x60cm - Cadenas protégé dans un cadre en acier et placé côté intérieur.  <p>Exemple d'une fermeture avec un cadenas (protection N°10) et protégé par un cadre en acier, du côté intérieur.</p>
<p>Période favorable aux travaux : Juin - Octobre</p>	<p>Suivi du chantier par un expert « faune » : Démarrage et réception des travaux.</p>
<p>Mesures réductrices et d'atténuation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Respecter la période de travaux - Effectuer l'aménagement de la fermeture du site tel que préconisé dans cette fiche. <p>Mesures conservatoires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maintien d'un accès pour les Chiroptères par l'aménagement préconisé. <p>Mesures compensatoires : Néant</p>	<p>Mesures de suivi, d'accompagnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suivi sur 5 ans à 4 visites/an, globalisé sur les quatre galeries ayant un accès aux personnes habilitées. - Suivi nocturne des Chiroptères : 3 soirées / an, sur 5 ans. Pose d'enregistreurs d'ultrasons : 4 sessions d'un mois, par année dont une en hiver. Analyses acoustiques des fichiers en sus. - Pose d'enregistreurs de température et d'humidité (de type datalogger TinyTagg®) : 3 dataloggers.
<p>Effets résiduels : Très faibles dès lors que les mesures citées ci-dessus sont appliquées. Le Grand murin est une espèce citée dans la Circulaire pour refuser le franchissement des barreaux, si le dit site est fréquenté par une colonie. Cette galerie n'étant pas un gîte d'une colonie pour cette espèce, le faible nombre d'individus peut s'accommoder de la fermeture par les barreaux. <u>Le suivi préconisé devra évaluer cet argument.</u></p>	<p>Aspects réglementaires : Néant. La dérogation « espèces protégées » n'est pas à considérer dès lors que l'entrée de ce site est aménagée comme indiqué ici, et en accord avec la Circulaire du 14/10/2009 modifiant la « DIE 200 ».</p>

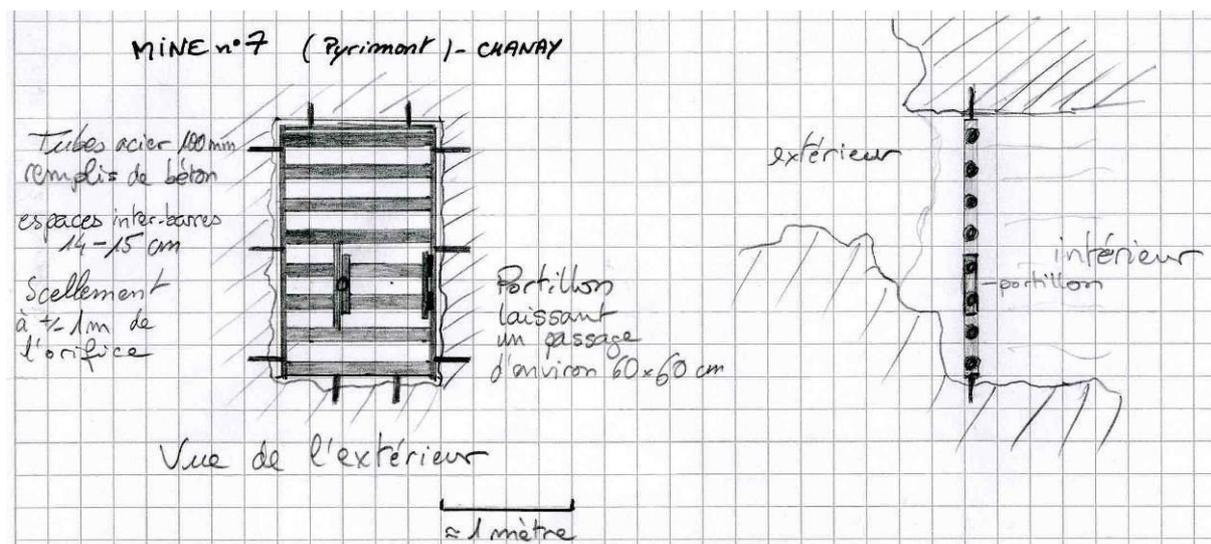
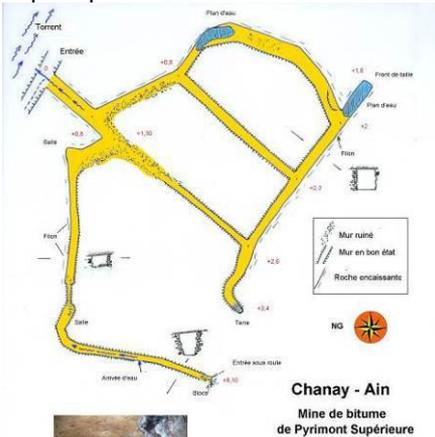


Schéma de l'aménagement pour la mine n°7.



Entrée de la mine n°7



<p>Mine n° 16 (Les Lades) - Chanay</p> <p>Rappel des espèces présentes et des enjeux : 5 espèces de Chiroptères a minima utilisent la galerie toute ou partie de l'année : Grand rhinolophe, Petit rhinolophe, Murin de Natterer, Oreillard roux, Barbastelle. Plusieurs observations de Loir, Mulot. Autre faune troglodyte : <i>Meta menardi</i> (Araignée), <i>Scoliopteryx</i> et <i>Triphosa</i> (Hétérocères), <i>Oxychilus</i> (Mollusque), chironomes... Faune aquatique invertébrée non évaluée (aucune espèce n'est réglementairement protégée).</p>	<p>Catégorie 3.2.3 : accès aux personnes</p>  <p><i>Oxychilus sp.</i> et Petit rhinolophe</p>
<p>Description de l'aménagement : Deux ouvertures sont encore existantes. Entrée principale : Des barreaux horizontaux doivent constituer la totalité de la fermeture. Une attention doit être portée à l'espace inter-barreaux de 13 à 15 cm, pas en-dessous, suffisant pour que la Hulotte accède dans la galerie. 2 barreaux coulissants fermés par clavettes et cadenas constituent le passage pour des personnes. Une attention sera portée sur l'espace libre entre le sol et le 1^{er} barreau horizontal : cet espace est parfois difficile à maîtriser et peut faire l'objet de creusements pour franchir la fermeture. On peut, par exemple, souder des barreaux verticaux scellés dans le sol au 1^{er} barreau horizontal. Extrémité sous la route : sous condition du ceintage de la galerie sous la route, évitant ainsi son comblement, après creusement du tas de déchets, un mur obstruant la galerie avec 2 barreaux horizontaux scellés dans ce mur en partie haute fermera durablement cet orifice. Le mur pourra être remblayé à l'extérieur jusqu'à à peu près le niveau des barreaux. Une trappe (plaque en acier) serait à placer afin de fermer cet accès : expérimenter la régulation du flux d'air dans la galerie et ses effets microclimatiques pour les Chiroptères.</p>	<p>Caractéristiques et matériaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tubes métalliques de 100 mm remplis de béton - Espaces inter-barreaux de 13 à 15 cm. - 2 barreaux coulissants ou portillon (cf. mine 7) - Système de fermeture par clavettes et cadenas. - Scellement latéral par coffrage béton ou cadre scellé en plafond et au sol. - Plaque en acier servant de trappe à l'extrémité sous la route afin de réguler le flux d'air. Goupille pour le maintien fermé.  <p>Chanay - Ain Mine de bitume de Pyrimont Supérieure</p>
<p>Période favorable aux travaux : Juin – octobre pour l'entrée principale. Hiver pour l'orifice sous la route et pour les travaux de cintrage et renforcement (absence de chiroptères dans ce secteur)</p>	<p>Suivi du chantier par un expert « faune » : Démarrage et réception des travaux.</p>
<p>Mesures réductrices et d'atténuation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Respecter la période de travaux - Effectuer l'aménagement de la fermeture du site tel que préconisé dans cette fiche. <p>Mesures conservatoires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maintien d'un accès pour les Chiroptères par les aménagements préconisés. <p>Mesures compensatoires : Néant</p>	<p>Mesures de suivi, d'accompagnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suivi sur 5 ans à 4 visites/an, globalisé sur les quatre galeries ayant un accès aux personnes habilitées. - Suivi nocturne des Chiroptères : 3 soirées / an, sur 5 ans. Pose d'enregistreurs d'ultrasons : 4 sessions d'un mois, par année dont une en hiver. Analyses acoustiques des fichiers en sus. - Pose d'enregistreurs de température et d'humidité (de type datalogger TinyTagg®) : 6 dataloggers.
<p>Effets résiduels : Aucuns négatifs dès lors que les mesures citées ci-dessus sont appliquées. Effet positif attendu en hiver avec la régulation des flux thermiques par fermeture de la trappe (expérimentation à réaliser au cours des suivis préconisés).</p>	<p>Aspects réglementaires : Néant. La dérogation « espèces protégées » n'est pas à considérer dès lors que l'entrée de ce site est aménagée comme indiqué ici, et en accord avec la Circulaire du 14/10/2009 modifiant la « DIE 200 ».</p>

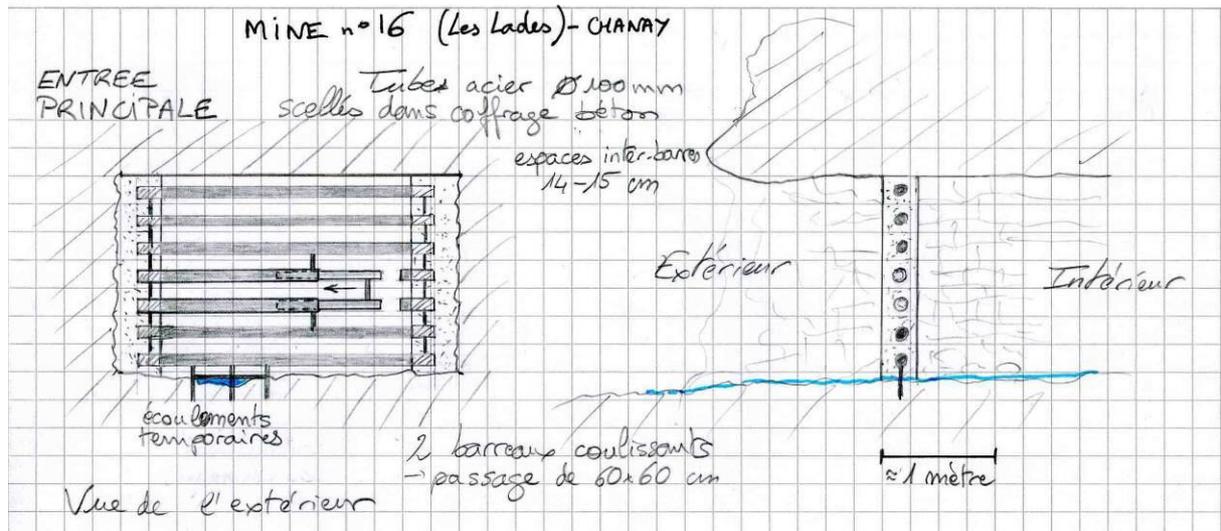


Schéma de l'aménagement pour l'entrée principale de la mine n°16.

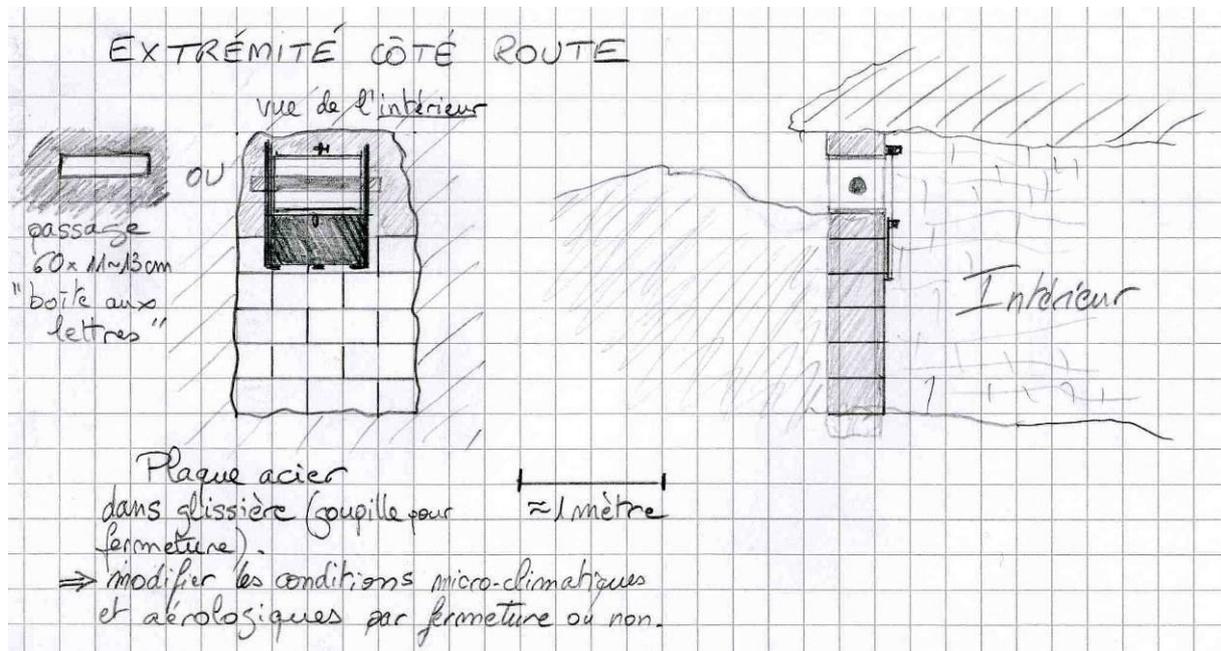
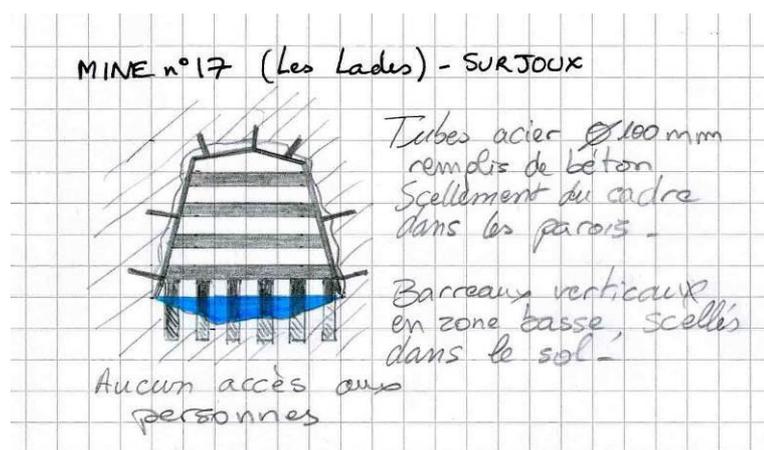


Schéma de l'aménagement pour l'orifice sous la route, de la mine n°16.



Entrée principale de la mine n°16.

<p>Mine n° 17 (Les Lades) - Surjoux</p> <p>Rappel des espèces présentes et des enjeux : 2 espèces de Chiroptères a minima utilise la galerie comme gîte de repos nocturne : Grand rhinolophe, Petit rhinolophe. Faune aquatique invertébrée non évaluée (aucune espèce n'est réglementairement protégée).</p>	<p>Catégorie 3.2.2 : Sans accès aux personnes</p>  <p>Pose d'un enregistreur le 21/09/11 dans la mine n°17.</p>
<p>Description de l'aménagement : Un cadre au plus près des parois comprend les barreaux horizontaux soudés dessus. Dans la partie basse, des barres verticales scellées dans le sol (après vidange temporaire de l'eau en zone d'entrée) permettent l'écoulement d'eau. Ici, aucun accès aux personnes n'est prévu.</p>	<p>Caractéristiques et matériaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tubes métalliques de 100 mm remplis de béton - Espaces inter-barreaux de 13 cm. - Scellement définitif, sans système d'ouverture pour des personnes
<p>Période favorable aux travaux : Toute l'année a priori</p>	<p>Suivi du chantier par un expert « faune » : Démarrage et réception des travaux.</p>
<p>Mesures réductrices et d'atténuation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eviter tout écoulement de matériaux dans la rivière aux abords. <p>Mesures conservatoires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maintien d'un accès pour les Chiroptères par l'aménagement préconisé. <p>Mesures compensatoires : Néant</p>	<p>Mesures de suivi, d'accompagnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suivi nocturne des Chiroptères : Pose d'un enregistreur d'ultrasons optionnel, courtes sessions dans l'année (exemple : 4 x 7 jours sur une année). L'appareil devra être cadenassé sur la grille...
<p>Effets résiduels : Aucuns négatifs dès lors que les mesures citées ci-dessus sont appliquées.</p>	<p>Aspects réglementaires : Néant. La dérogation « espèces protégées » n'est pas à considérer dès lors que l'entrée de ce site est aménagée comme indiqué ici, et en accord avec la Circulaire du 14/10/2009 modifiant la « DIE 200 ».</p>



Entrée de la mine n°17.

Schéma de l'aménagement pour la mine n°17.

Mine n° 21/22 (Aux Châtaigners) - Surjoux	Catégorie 3.2.3 : accès aux personnes
Rappel des espèces présentes et des enjeux : 2 espèces de Chiroptères a minima utilise la galerie comme gîte de repos nocturne et/ou d'accouplement : Petit rhinolophe, Barbastelle. Aucune observation en journées, très peu de guano observé. Faune aquatique invertébrée non évaluée (aucune espèce n'est réglementairement protégée) : zone en eau au fond de la galerie	 Couches sableuse et bitumineuses dans la galerie
Description de l'aménagement : Note : l'accès au site est difficile et pentu, probablement méconnu car invisible à moins de « tomber » dessus. Dans le cas où un aménagement peut être réalisé, il convient donc de monter un mur en moellon de part et d'autre de la grille horizontale composée de tubes en acier de 100mm de diamètre. Deux barreaux coulissants permettent l'accès aux personnes habilitées.	Caractéristiques et matériaux : <ul style="list-style-type: none"> - Tubes métalliques de 100 mm remplis de béton - Espaces inter-barreaux de 13 à 15 cm au maximum. - 2 barreaux coulissants ou portillon (cf. mine 7) - Murs en moellons, apport possible de matériaux (terre, blocs) du côté extérieur pour épaissir et éviter tout vandalisme.
Période favorable aux travaux : Toute l'année a priori	Suivi du chantier par un expert « faune » : Démarrage et réception des travaux.
Mesures réductrices et d'atténuation : Néant Mesures conservatoires : <ul style="list-style-type: none"> - Maintien d'un accès pour les Chiroptères par l'aménagement préconisé. Mesures compensatoires : Néant	Mesures de suivi, d'accompagnement : <ul style="list-style-type: none"> - Suivi sur 5 ans à 4 visites/an, globalisé sur les quatre galeries ayant un accès aux personnes habilitées. - Suivi nocturne des Chiroptères : 3 soirées / an, sur 5 ans. Pose d'enregistreurs d'ultrasons : 4 sessions d'un mois, par année dont une en hiver. Analyses acoustiques des fichiers en sus. - Pose d'enregistreurs de température et d'humidité (de type datalogger TinyTag®) : 3 dataloggers.
Effets résiduels : Aucuns négatifs dès lors que les mesures citées ci-dessus sont appliquées. Effet positif probable en raison de la réduction de l'ouverture par un mur et/ou comblement partiel.	Aspects réglementaires : Néant. La dérogation « espèces protégées » n'est pas à considérer dès lors que l'entrée de ce site est aménagée comme indiqué ici, et en accord avec la Circulaire du 14/10/2009 modifiant la « DIE 200 ».

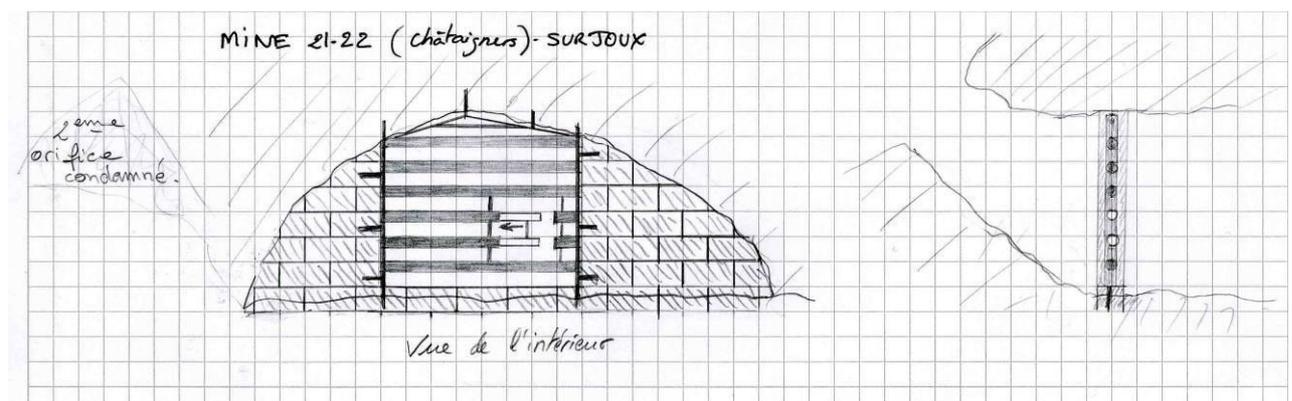


Schéma de l'aménagement pour la mine n°21/22. L'orifice de gauche sur la photo peut être condamné et l'aménagement réalisé sur le plus grand orifice.

E.2. Description des mesures

E.2-1. Mesures réductrices

L'essentiel des mesures réductrices réside dans le **respect des périodes favorables pour les travaux**.

L'été et l'automne sont les périodes les plus adaptées non pas à cause de l'absence de chauves-souris (car nous avons vu que la majorité des individus comptés étaient présents en automne) mais plutôt pour éviter les autres périodes de l'année où un dérangement aurait un effet plus négatif (hiver et printemps). Pour la mine n°2 du château, la période est réduite à l'automne à cause des larves de Salamandre dans le lac.

Tableau 4 : Périodes préconisées pour les travaux d'aménagement des fermetures des galeries.

Mine n°	Printemps	Eté	Automne	Hiver	Remarque
2					Période définie surtout par rapport à la présence de larves de Salamandres dans le lac dans la zone d'entrée.
7					
8					
16				Travaux sous la route	Préférer l'hiver pour la fermeture de l'orifice sous la route, et les travaux de cintrage / renforcement de la galerie (absence de chiroptères liée au courant d'air froid dans cette partie de la galerie).
17					Gîte de repos nocturne, absence de chiroptères en journées
21-22					Gîte de repos nocturne, absence de chiroptères en journées
Autres					Toutes les autres mines

Pour la **mine n°8-9**, une mesure réductrice supplémentaire est à énoncer : **éventuel sauvetage avant fermeture définitive**. La mise en œuvre doit être la suivante :

- Contrôler de la cavité la veille de sa fermeture définitive, en fin de journée
- Capture par une personne habilitée des éventuelles chauves-souris présentes,
- Fermeture des accès à l'aide de bâches, en attendant la fermeture définitive le lendemain.

Pour la **mine n°17**, **éviter toute dispersion de matériaux du chantier (béton) dans le ruisseau** en vidangeant au préalable l'eau présente en entrée de la galerie.

E.2-2. Mesures conservatoires

Au-delà du fait de conserver l'accès pour les chauves-souris aux galeries 2, 7, 16, 17 et 21-22 par un aménagement approprié de la fermeture tel que décrit dans les fiches, il convient d'énoncer la mesure conservatoire suivante pour la **mine n°2** du château :

Conserver une zone en eau suffisante pour le maintien du milieu aquatique nécessaire aux larves de Salamandre tachetée, près de la zone d'entrée.

La réduction du volume du lac souterrain doit prendre en compte l'habitat de cette espèce : le rabaissement du niveau doit toutefois permettre la présence d'eau près de l'entrée du site. La profondeur peut être de l'ordre de 5 à 10 cm au minimum. Aussi, des pentes douces et non abruptes ni verticales doivent être maintenues pour permettre aux adultes d'entrer et sortir de la zone en eau.

Des précisions dans la réalisation devront être apportées lors de la préparation de ce chantier. Rappelons que l'aménagement précis de la fermeture dépend aussi de l'éventuel recalibrage du lac et du porche d'entrée de cette mine.

E.2-3. Mesures compensatoires

La mise en œuvre des mesures réductrices et conservatoires, en lien avec les aménagements préconisés des fermetures, induira **l'absence de mesures compensatoires**, car les effets négatifs résiduels sont évalués comme nuls. Pour la mine n°7, nous avons indiqué un effet résiduel très faible à cause de la présence du Grand murin (un contact acoustique, de nuit), qui peut être sensible à l'installation de grilles. Mais rappelons que cette sensibilité est accrue pour des sites abritant une colonie estivale ou hivernale, soit un certain nombre d'individus. La mise en place d'un suivi permettra d'apprécier la fréquentation de cette mine après sa mise en sécurité.

E.2-4. Mesures de suivi, d'accompagnement

Si les effets négatifs résiduels sont évalués comme nuls, on peut s'attendre à ce que des effets positifs apparaissent suite à la fermeture adaptée des cinq mines visées. La mise en tranquillité mais surtout le recalibrage de certaines entrées ou l'expérimentation sur la gestion du flux d'air dans la mine n°16, pourraient favoriser la présence des Chiroptères notamment en hiver (période où nous avons recensé le plus faible nombre d'individus). Aussi, il est indispensable d'obtenir des données faunistiques et climatiques des galeries après leur fermeture adaptée.

- Il est proposé d'instaurer **un suivi des Chiroptères sur 5 ans ainsi qu'un suivi thermo-hygrométrique** à l'aide de sondes enregistreuses pour les 4 mines disposant d'un système de fermeture avec accès à des personnes habilitées : **mines n°2, 7, 16 et 21-22.**

Tableau 5 : Suivis faunistiques et climatologique à mettre en œuvre après fermetures adaptées.

Mine n°	Chiroptères		Autres Vertébrés	Invertébrés	Climatologie
	Comptages diurnes / an	Activité nocturne / an	Observations directes	Piégeages sur un an	Sondes thermo-hygrométriques (nombre)
2	4 à 6 demi-journées	Captures : 3 (printemps à automne) Enregistreurs : 4 sessions d'un mois chacune, dont une en hiver	Comptages des larves de Salamandre tachetée. Traces et indices	option	5
7	4 à 6 demi-journées	Enregistreurs : 4 sessions d'un mois chacune, dont une en hiver	Traces et indices	option	3
16	4 à 6 demi-journées	Captures : 3 (printemps à automne) Enregistreurs : 4 sessions d'un mois chacune, dont une en hiver	Traces et indices	option	6
17		Option : enregistreur : 4 x 7 nuits			
21-22	4 à 6 demi-journées	Captures : 3 (printemps à automne) Enregistreurs : 4 sessions d'un mois chacune, dont une en hiver	Traces et indices	option	3
Coût « expert » estimé / an	2'500 €	Captures : 6'000 € Enregistreurs (analyses et rapport) : 10'000 € (années 1, 3 et 5)	0 € (relevés et rapport inclus dans les comptages chiroptères)	A évaluer	Relevés : 0 € (pendant les comptages) Analyses et Rapport : 2'000 €
Coût Matériel (5 ans)		4 enregistreurs : 6'000 €		A évaluer	18 sondes : 4'500 €

a) Suivi des Chiroptères

📍 Comptages diurnes

Chaque galerie devrait faire l'objet de 4 à 6 visites par an, soit une visite par saison. La période hivernale peut être doublée afin de prospecter pendant une vague de froid. Notons qu'une demi-journée suffit pour contrôler les 4 galeries visées par ce suivi.

📍 Activité nocturne des Chiroptères

Nous avons pu mettre en évidence une fréquentation parfois notable des galeries pendant les nuits. Après l'aménagement des fermetures, il apparaît important de poursuivre ces relevés, notamment pour la mine n°7 afin d'évaluer son utilisation par le Grand murin. Ce suivi est à mettre en place pour les mines n°2, 7, 16 et 21-22, optionnellement pour la n°17 car il n'y aura plus la possibilité de placer un enregistreur dans la galerie.

Comme pendant cette étude, il convient d'utiliser deux méthodes complémentaires :

- Captures aux entrées de galeries : 3 sessions par année pour les mines n°2, 16 et 21-22.
- Pose d'enregistreurs automatiques d'ultrasons dans les mines n°2, 7, 16 et 21-22. Les sites étant protégés physiquement, il est possible de laisser ce matériel à l'intérieur. Nous proposons 4 sessions de 1 mois d'enregistrements chacune, par année, dont une session pendant l'hiver (bien que principalement en repos, les chauves-souris sont sujettes à des déplacements et une certaine activité aussi en hiver). L'analyse des fichiers obtenus permettra de caractériser les espèces et les périodes de présence ainsi que la fréquence d'occupation au cours des nuits. Etant donné le temps « expert » nécessaire aux analyses, et donc le coût, il est proposé de faire ce volet du suivi tous les 2 ans, soient les années 1, 3 et 5 du suivi.

b) Suivi de la faune, autre que Chiroptères

📍 Vertébrés

Les comptages diurnes de Chiroptères sont aussi à utiliser pour relever la présence ou les indices laissés par la faune vertébrée. Soulignons surtout l'intérêt de suivre la population de larves de Salamandres tachetées dans la mine n°2. Tout autre indice devra être noté, et il conviendra de voir si la chouette hulotte accède toujours aux galeries, notamment la n°7.

📍 Invertébrés

De façon optionnelle, une campagne de piégeages des invertébrés peut être programmée sur une année pour affiner les connaissances faunistiques de ces mines. La recherche de spécialistes effectivement disponibles est nécessaire en préambule.

c) Suivi climatologique

La mise en sécurité des mines demeurant accessibles à des personnes habilitées incite à instaurer un suivi climatologique, permettant ainsi d'y disposer des sondes enregistreuses mesurant la température et l'hygrométrie relative en plusieurs points des galeries. Le tableau 5 précise le nombre de sondes par mine qui seraient utiles à suivre.

Ce suivi est important afin de déterminer les conditions dans lesquelles sont présentes les chauves-souris.

Aussi le recalibrage de certaines entrées (mine n°2 et 21-22 notamment), la préconisation de pose d'une trappe à l'extrémité sous la route (mine n°16) pour gérer le flux d'air, conduisent à proposer ce suivi.

Les positionnements des sondes pourront être précisés avec l'organisme chargé des suivis, sous convention avec le propriétaire des sites.



Exemple d'un sonde thermo-hygro'

E.3. Convention

La circulaire du 14/10/2009 précise dans son § 3.2.3.2 les conditions et contenu d'une convention permettant d'établir les règles entre parties (Etat, repreneur, éventuellement ancien exploitant, propriétaires) pour les autorisations d'accès, les responsabilités, les engagements de chacun, les actions et mesures de suivis, de surveillance, d'entretien des aménagements, etc...).

Dans cette hypothèse d'accès aux travaux miniers par certaines personnes habilitées, les responsabilités liées à la possibilité d'accéder aux travaux souterrains sont transférées de l'Etat¹ à une personne morale nommée ci-dessous le repreneur.

Une convention liant l'Etat, le repreneur et le cas échéant l'ancien exploitant minier et le(s) propriétaire(s) des terrains d'assiette situés à l'aplomb des entrées laissées accessibles prévoyant une clause de transfert de la responsabilité du ou des différents propriétaire(s) et de l'Etat vers une personne morale (avec pour contre partie, la possibilité d'accès aux zones sécurisées) est signée entre les différentes parties.

La personne morale retenue sera de préférence une collectivité afin d'assurer la pérennité de la responsabilité.

Et page suivante.

Nous indiquons simplement le fait que les suivis nécessitent l'intervention de personnes expertes. Aussi, si aucune collectivité ne se porterait candidate, des associations peuvent se voir confier le titre de « repreneur », pensant notamment à la Coordination Rhône-Alpes LPO (ex CORA Faune Sauvage), par ailleurs gestionnaire d'une Réserve Naturelle Régionale intégrant une galerie souterraine non loin de Bellegarde-sur-Valserine.

F. REFERENCES CITEES

DE THIERSANT M.-P. et DELIRY C. (coord), 2008 - *Liste Rouge des Vertébrés Terrestres de la région Rhône-Alpes*. CORA Faune Sauvage, Région Rhône-Alpes, Lyon. 209 p.

KNIGHT T. et JONES G., 2009 - Importance of night roosts for bat conservation: roosting behaviour of the lesser horseshoe bat *Rhinolophus hipposideros*. *Endangered Species Research*, **Preprint, 2009**: 1-8.

UICN, 2007 - Mammals in the European Union. Status, trends and conservation priorities. UICN.

http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/downloads/European_mammals.pdf.

UICN FRANCE, MNHN, SFPEM et ONCFS, 2009 - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine.

http://www.uicn.fr/IMG/pdf/Liste_rouge_France_Mammiferes_de_metropole.pdf.

G. ANNEXES

G.1. Statut patrimoniaux et de menace des Chiroptères présents en Rhône-Alpes

Nom français	Nom latin	Convention de Berne (annexe)	Convention de Bonn (annexe)	Directive Habitats– Faune– Flore (annexe)	Liste Rouge UICN	Liste rouge européenne	Liste Rouge Nationale	Liste Rouge Régionale
Petit rhinolophe	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	II	II	II+IV	NT	NT	LC	EN
Grand rhinolophe	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	II	II	II+IV	LC	NT	NT	CR
Rhinolophe euryale	<i>Rhinolophus euryale</i>	II	II	II+IV	LC/NT	VU	NT	CR
Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentoni</i>	II	II	IV	LC	LC	LC	LC
Murin de Capaccini	<i>Myotis capaccinii</i>	II	II	II+IV	VU	VU	VU	EN
Murin à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>	II	II	IV	LC	LC	LC	NT
Murin de Brandt	<i>Myotis brandti</i>	II	II	IV	LC	LC	LC	EN
Murin d'Alcathoe	<i>Myotis alcathoe</i>	/	/	IV	DD	DD	LC	NA
Murin de Bechstein	<i>Myotis bechsteini</i>	II	II	II+IV	VU	VU	NT	CR
Murin de Natterer	<i>Myotis nattereri</i>	II	II	IV	LC	LC	LC	NT
Murin à oreilles échancrées	<i>Myotis emarginatus</i>	II	II	II+IV	LC	LC	LC	VU
Grand murin	<i>Myotis myotis</i>	II	II	II+IV	LC	LC	LC	VU
Petit murin	<i>Myotis blythi</i>	II	II	II+IV	NT	NT	NT	VU
Noctule commune	<i>Nyctalus noctula</i>	II	II	IV	LC	LC	NT	DD
Noctule de Leisler	<i>Nyctalus leisleri</i>	II	II	IV	LC	LC	NT	LC
Grande Noctule	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	II	II	IV	DD	DD	DD	NA
Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	II	II	IV	LC	LC	LC	VU
Sérotine de Nilsson	<i>Eptesicus nilssonii</i>	II	II	IV	LC	LC	LC	EN
Sérotine bicolore	<i>Vespertilio murinus</i>	II	II	IV	LC	LC	DD	CR
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	III	II	IV	LC	LC	LC	LC
Pipistrelle pygmée	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	/	/	IV	LC	LC	LC	NA
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	II	II	IV	LC	LC	NT	DD
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhli</i>	II	II	IV	LC	LC	LC	LC
Vespère de Savi	<i>Hypsugo savii</i>	II	II	IV	LC	LC	LC	NT
Oreillard roux	<i>Plecotus auritus</i>	II	II	IV	LC	LC	LC	LC
Oreillard gris	<i>Plecotus austriacus</i>	II	II	IV	LC	LC	LC	NT
Oreillard montagnard	<i>Plecotus macrobullaris</i>	/	/	IV	LC	NT	DD	VU
Barbastelle d'Europe	<i>Barbastella barbastellus</i>	II	II	II+IV	VU	VU	LC	EN
Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersii</i>	II	II	II+IV	NT	NT	VU	EN
Molosse de Cestoni	<i>Tadarida teniotis</i>	II	II	IV	LC	LC	LC	LC

Légende : **CR** = En grave danger ; **EN** = En danger ; **VU** = vulnérable ; **DD** = insuffisamment documenté mais très probablement « CR », « EN » ou « VU » ;
NT = faible risque mais "quasi-menacé" ; **DC** = faible risque, dépendant de mesures de conservation ;
LC = faible risque, préoccupation mineure
NE = non évalué ; **NA** = non applicable

Sources : UICN, 2001 ; IUCN, 2002 ; CORA Faune Sauvage, 2008, Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992

G.2. Exemples de fermetures adaptées pour les Chiroptères

Lors d'un programme LIFE de conservation des Chiroptères dans le Sud de la France (2004-2008), plusieurs sites ont été mis en sécurité par ce procédé. Il était alors évalué un coût unitaire (matériel seulement) de 3500€ pour des dimensions de 3 m x 2,5 m environ. Mais les coûts doivent aussi prendre en compte l'accessibilité des sites, la main d'œuvre, sans oublier la contribution d'un expert « faune » pour l'élaboration et mise en œuvre du chantier.



Exemples de sites fermés sans accès humain



Ci-dessus, système de double-clavettes sur deux barreaux coulissants.



Double clavette intérieure, la première protégeant le cadenas de la deuxième. (dessins Y. Le BRIS)

Les 2 barreaux coulissants peuvent être remplacés par un portillon (cf. page suivante), tant qu'un système de fermeture solide (cadenas N°10 ou autre serrure) est placé.



Exemple d'une protection de cavité réalisée dans le cadre du programme LIFE « conservation de 3 espèces de Chiroptères cavernicoles »

Poster du Groupe Mammalogique Breton. La circulaire du 14/10/2009 préconise toutefois de mettre en place des barres de 10cm de diamètres remplies de béton comme montrées en page précédente.



La protection des gîtes à chauves-souris par la pose de grilles

Douze ans d'expérience en Bretagne par Yves Thiaux (métallier)

Yves Thiaux et Catherine Caroff (GMB)

Yves Thiaux, métallier, allie deux passions : celle de son métier et celle pour les chauves-souris, pour lesquelles il confectionne des grilles de protection. Fort de cette expérience et 75 grilles posées, il nous livre ici sa méthode et de nombreux conseils pour réussir une protection efficace, sans entraver la libre circulation des chauves-souris.

1 Yves Thiaux



Métallier à Lannédern (29), il est arrivé au GMB dans les années 1990 par le biais de son métier. L'association lui a en effet demandé d'installer des grilles pour la protection de gîtes à chauves-souris.

Il s'est tout de suite intéressé aux chiroptères, à tel point que quelques dizaines de grilles plus tard, il est devenu membre actif (comptages de colonies etc.) puis depuis peu administrateur de l'association.

Vous préparant ou descendre dans un puits pour compter les Grands Rhinolophes

Vous préparant la pose d'une grille dans une ancienne ardoisière des Monts d'Arrée.

1 Structure des grilles

- **Ossature périphérique** en fer plat de 50 x 10 mm.
- **Espacement** d'environ 100 mm entre l'ossature et le support (pierres, béton, roche).
- **Barreadage horizontal** en tube rond de 40/49 (48,3 x 2,9). Le choix de tubes ronds permet de gêner le moins possible l'écholocation des chauves-souris.
- **Espacement des barreaux horizontaux** :
 - **En partie basse** : 110 mm maximum, espacement souhaitable sur une hauteur supérieure à 1 mètre, afin de limiter l'accès des personnes. 110 mm est primordial pour éviter l'accès aux jeunes enfants.
 - **En partie haute** : supérieur à 110 mm (allant jusqu'à 180 mm maximum autorisé par les normes NFP). Pour faciliter l'accès aux chauves-souris de grande taille comme le grand rhinolophe, un espace de 150 mm semble judicieux.
- Un **montant central** est impératif lorsque la grille a une largeur supérieure à 1500 mm. Les barreaux d'une longueur et d'un espacement supérieur deviennent vulnérables et peuvent être tordus avec un outil comme par exemple un cric.
- Toutes les grilles doivent être **galvanisées à chaud** (par immersion) afin d'éviter la corrosion.
- Dans la mesure du possible il faut **éviter toutes opérations de soudure sur site**, afin de minimiser les risques de corrosion ultérieure.




2 Fixation des grilles

- Les **pattes à aceller** sont à poser à l'aide d'un ciment traditionnel ou bien avec une résine époxy à prise rapide. Type de fixation à privilégier dans le cas de roches irrégulières (cavités).
- Les **pattes chevillées** doivent ne pas pouvoir être démontées. Le choix doit se porter sur des chevilles goujons qui ont l'avantage de ne plus pouvoir être retirées une fois introduites dans les perçements, même après dévissage de l'écrou. Type de fixation facilitant la pose dans le cas de maçonnerie en pierres ou de murs en béton (surface planes) : fortifications, tunnels, blockhaus...




Patte à aceller *Patte chevillée*

3 Portillon d'accès

Il doit permettre l'accès au site aux personnes autorisées.

Ses dimensions devront être d'environ 500 x 500 mm.

Dans le cas de petites grilles, on pourrait être tenté de réaliser une grille entièrement ouvrante. Mais le portillon reste préférable, car il est plus difficilement sujet au vandalisme.

- **L'axe de rotation** : généralement l'axe est en fer rond de 20 mm de diamètre. Il est dans ce cas très vulnérable sur les sites à forte pression, car il peut être découpé à l'aide d'une simple scie à métaux.

Un axe en tube de 21 mm de diamètre **rempli de ciment** peut alors être dissuasif (une scie à métaux enlève le tube et dès que les dents de la scie entrent en contact avec le ciment, la lame ne coupe plus).

Dans les cas extrêmes, il peut être envisagé d'utiliser un axe en tube de diamètre plus important (27 ou 34 mm) toujours rempli de ciment avec en plus une **protection du point de rotation** par une pièce métallique soudée masquant l'accès à l'axe.

- La fermeture par **cadenas rectangulaire** de 90 mm avec une anse en acier cémenté et protégé par une coque en acier de 10 mm d'épaisseur s'avère très efficace.

Le cadenas, élément doté d'une mécanique très fine, demande une attention particulière. Il est très souvent exposé à une atmosphère humide et/ou saline, et de plus il n'est utilisé qu'une voire deux fois par an. Il nécessite donc un entretien à chaque visite du site.

Pour en savoir plus, consultez la fiche technique : <http://gmb.asso.fr/PDF/1Thiaux2009ficheTechniqueValeCadenas.pdf>





4 Divers

Seuil des grilles

Dans certains cas il est nécessaire de créer sous la grille un seuil en béton pour éviter que des visiteurs ne creusent en dessous.

Panneaux

Bien qu'il soit préférable de ne pas divulguer la localisation des gîtes, la pose de panneau d'information s'avère nécessaire pour expliquer les raisons de l'interdiction et éventuellement éviter certaines effractions. Le panneau (autocollant à placer sur support rigide) doit être placé à au moins 1 mètre de la grille pour éviter toute détérioration.



4 Divers



Dégriffant, graine, petite pioce... il faut penser à ce matériel avant toute visite de site.

Quelques précisions...

- 1997 : premier site protégé par Yves Thiaux : Kerdevot (Ergué Gabéric, 29)
- Donneurs d'ordre : GMB - Conseils Généraux du Finistère et des Côtes d'Armor, Office National des Forêts, Conservatoire du Littoral, Parc Naturel Régional d'Armorique, Communautés de communes de Crozon et de Beg ar C'hra.
- Départements d'intervention : 29 - 22 - 56
- Sites protégés (cavités et blockhaus) : 56
- Grilles posées : 75

De rares effractions

À notre connaissance, elles ont concerné quelques sites très touristiques :

- 3 axes de rotation sciés.
- 1 torsion d'un barreau avec un cric.
- 1 grille attachée à l'aide d'un véhicule.



Les grilles ont été posées dans le cadre de différents programmes, financés par des partenaires publics et privés.

La présente synthèse a été réalisée dans le cadre du Contrat-Nature Chauves-souris de Bretagne, financé par :



Réalisé par Yves Thiaux et Catherine Caroff (GMB) - octobre 2009 - Impression : NJC Séguin (Brest)

Remerciements
L'ensemble des financeurs et des propriétaires de sites.

Annexe 4 Plan de localisation et données qualité des points de prélèvements des eaux

Indice	Date	Description	Établi	Vérifié	Appr.	Chef de projet : JUC
A	30/08/2021	Plan des investigations sur les eaux superficielles	MOF	JUC	FBA	Echelle : Graphique Format : A3 Projet : FRD121-000221 Page (s) : 1/1 Géoréférencement RGF - Lambert 93 Fond de carte Plan IGN V2
						TRMC
						ANNEXE
						A4

Légende

PRELEVEMENTS

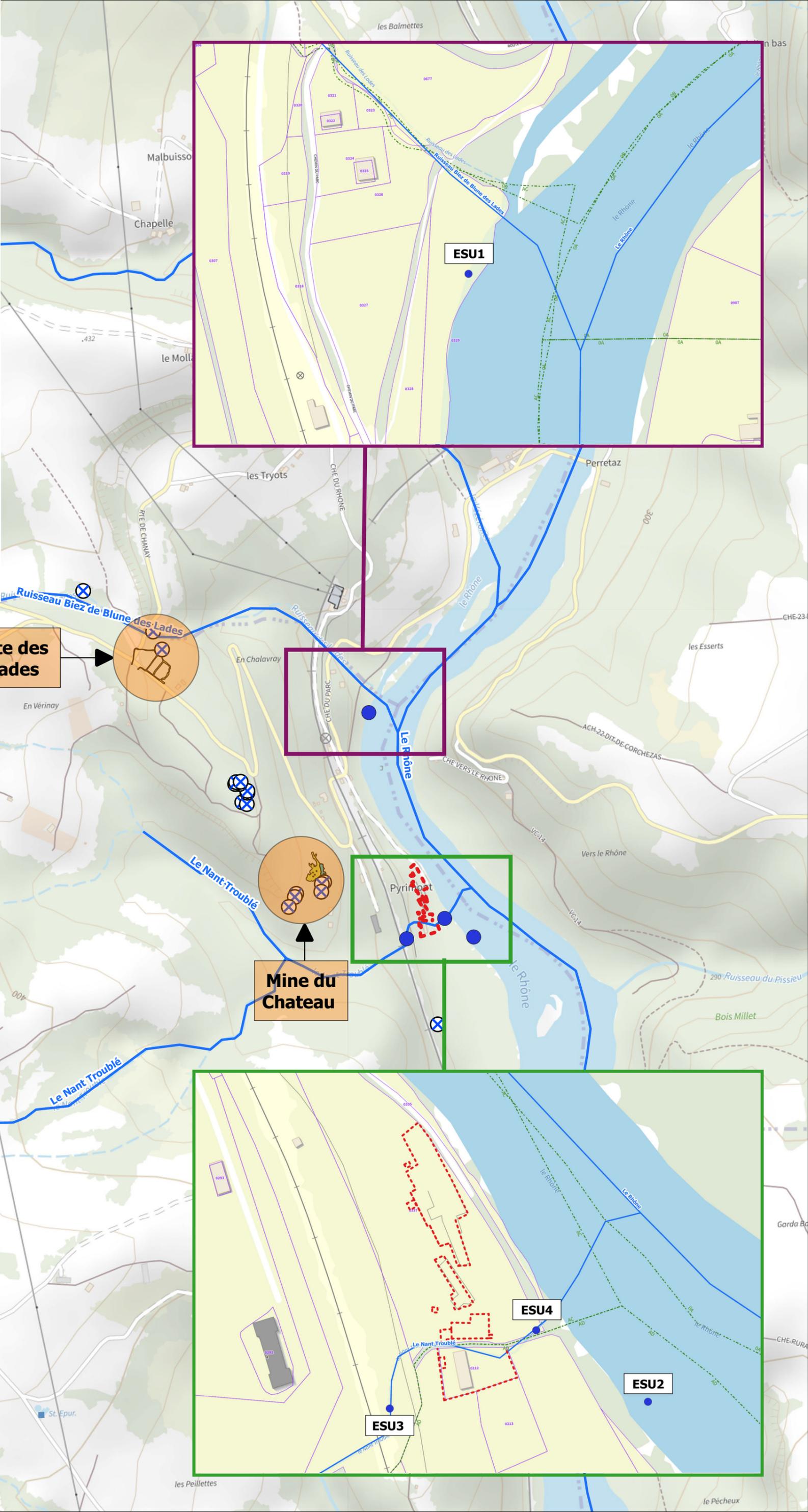
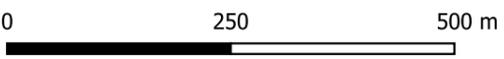
- Eaux superficielles
- ⊗ Emplacement orifices miniers

COURS D'EAU

- Réseau hydrographique

ANCIENNE USINE DE PYRIMONT

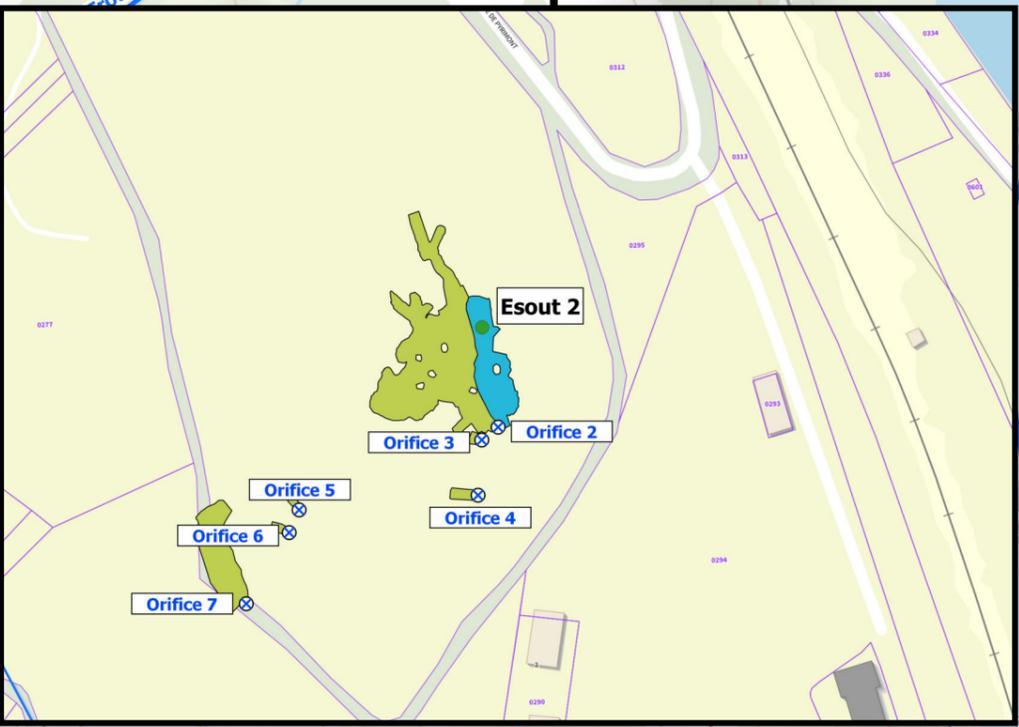
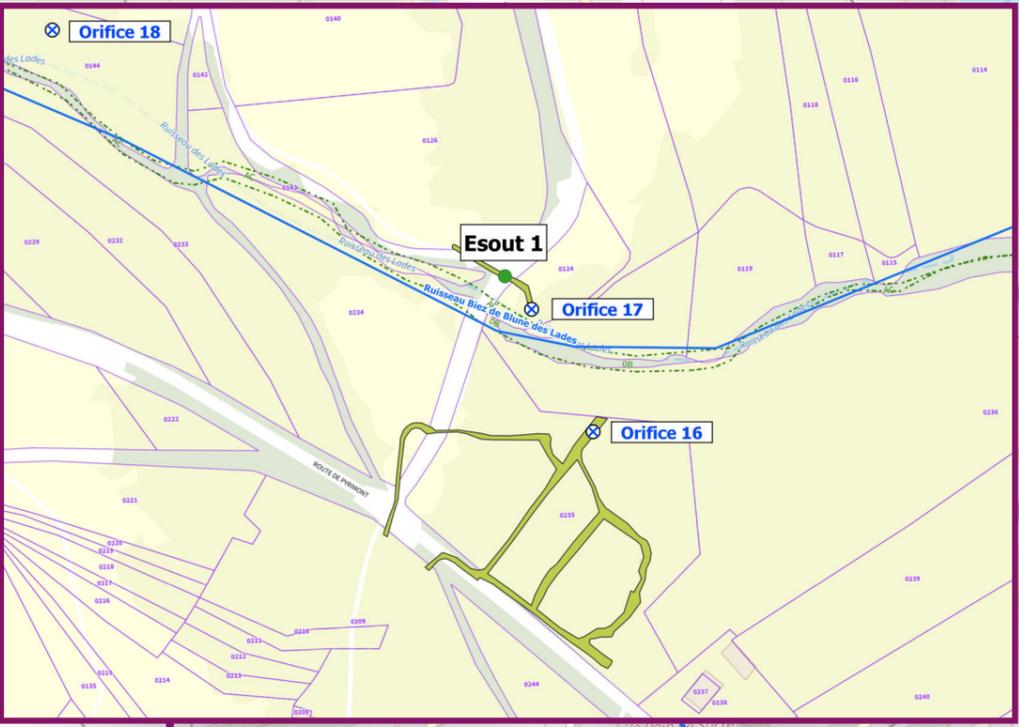
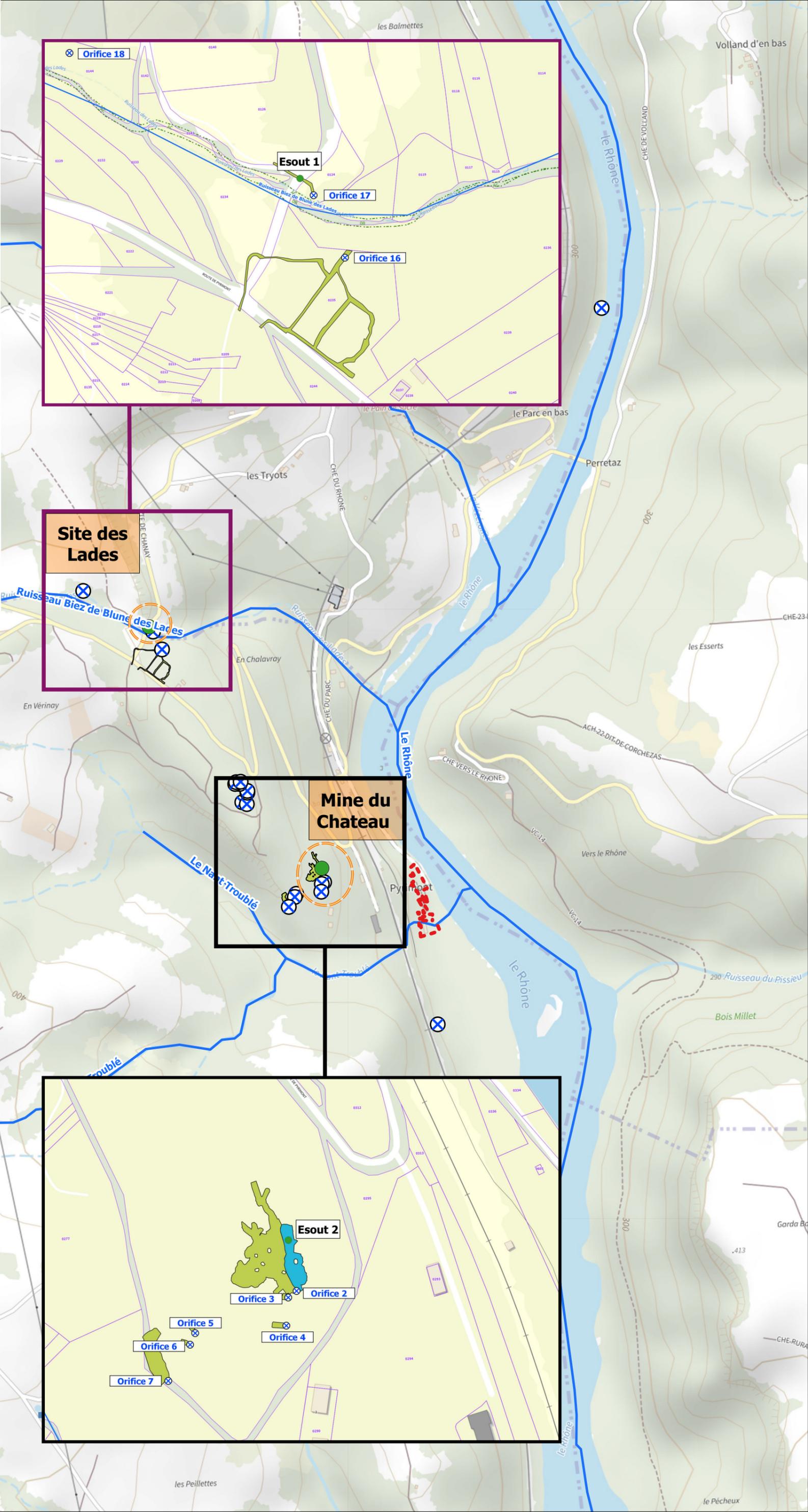
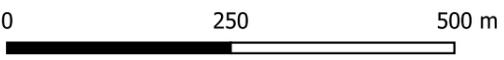
- - - Emprise historique de l'usine



Indice	Date	Description	Établi	Vérifié	Appr.	Chef de projet : JUC
A	30/08/2021	Plan des investigations sur les eaux souterraines (résurgences)	MOF	JUC	FBA	Echelle : Graphique
						Format : A3
						Projet : FR0121-000221
						Page (s) : 1/1
						Géoréférencement RGF - Lambert 93
						Fond de carte Plan IGN V2
						TRMC
						ANNEXE A4

Légende

- PRELEVEMENTS**
- Eaux souterraines (Résurgences)
 - ⊗ Emplacement orifices miniers
- COURS D'EAU | PLAN D'EAU**
- Réseau hydrographique
 - Résurgence dans l'orifice 2
- ANCIENNE USINE DE PYRIMONT**
- - - Emprise historique de l'usine



Annexe 5 Bulletins d'analyses des eaux

ARCADIS ESG
Mrs. Julie CISZAK
5 Avenue Pierre-Georges Latécoère
31520 RAMONVILLE-SAINT-AGNE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E135776

Version du : 20/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-163273-01

Date de réception technique : 06/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:255 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_SED

Coordinateur de Projets Clients : Gilles Lacroix / GillesLacroix@eurofins.com / +33 388028697

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sédiments	(SED)	SED1 - SED1
002	Sédiments	(SED)	SED2 - SED2
003	Sédiments	(SED)	SED3 - SED3

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 21E135776

Version du : 20/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-163273-01

Date de réception technique : 06/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:255 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_SED

N° Echantillon	001	002	003
Référence client :	SED1	SED2	SED3
Matrice :	SED	SED	SED
Date de prélèvement :	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021
Date de début d'analyse :	08/07/2021	08/07/2021	08/07/2021
Température de l'air de l'enceinte :	13.7°C	13.7°C	13.7°C

Préparation Physico-Chimique

	*	-	*	-	*	-
XXS06 : Prétraitement et séchage à 40°C	*	-	*	-	*	-
LSA07 : Matière sèche % P.B.	*	82.7	*	97.3	*	85.0
XXS07 : Refus Pondéral à 2 mm % P.B.	*	63.6	*	72.5	*	59.3

Métaux

	*	-	*	-	*	-
XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	*	-	*	-	*	-
LS865 : Arsenic (As) mg/kg M.S.	*	3.57	*	2.90	*	3.33
LS870 : Cadmium (Cd) mg/kg M.S.	*	<0.40	*	0.45	*	<0.40
LS872 : Chrome (Cr) mg/kg M.S.	*	15.8	*	19.4	*	14.4
LS874 : Cuivre (Cu) mg/kg M.S.	*	6.62	*	8.96	*	7.22
LS881 : Nickel (Ni) mg/kg M.S.	*	13.4	*	10.1	*	11.0
LS883 : Plomb (Pb) mg/kg M.S.	*	11.2	*	10.3	*	9.61
LS894 : Zinc (Zn) mg/kg M.S.	*	17.0	*	25.7	*	27.9
LSA09 : Mercuré (Hg) mg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10

Hydrocarbures totaux

	*	-	*	-	*	-
LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)	*	-	*	-	*	-
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	*	97.9	*	24.5	*	392
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	*	14.8	*	6.41	*	17.2
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	*	18.1	*	3.54	*	55.5
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	*	38.6	*	8.42	*	148
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	*	26.4	*	6.16	*	172
LS01U : Fourniture du chromatogramme HCT	*	-	*	-	*	-

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

	*	<0.0021	*	0.0023	*	<0.002
LSRHU : Naphtalène mg/kg M.S.	*	<0.0021	*	0.0023	*	<0.002
LSRHI : Fluorène mg/kg M.S.	*	0.0032	*	0.0095	*	0.042

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 21E135776

Version du : 20/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-163273-01

Date de réception technique : 06/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:255 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_SED

N° Echantillon	001	002	003
Référence client :	SED1	SED2	SED3
Matrice :	SED	SED	SED
Date de prélèvement :	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021
Date de début d'analyse :	08/07/2021	08/07/2021	08/07/2021
Température de l'air de l'enceinte :	13.7°C	13.7°C	13.7°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHJ : Phénanthrène	mg/kg M.S.	*	0.012	*	0.031	*	1.1
LSRHM : Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.018	*	0.066	*	1.3
LSRHN : Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.	*	0.012	*	0.035	*	0.67
LSRHP : Chrysène	mg/kg M.S.	*	0.014	*	0.043	*	0.8
LSRHS : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.011	*	0.023	*	0.38
LSRHT : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	*	0.004	*	0.0086	*	0.14
LSRHV : Acénaphthylène	mg/kg M.S.	*	<0.0021	*	0.013	*	0.069
LSRHW : Acénaphtène	mg/kg M.S.	*	0.0024	*	0.0065	*	0.026
LSRHK : Anthracène	mg/kg M.S.	*	0.0031	*	0.0065	*	0.078
LSRHL : Fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.024	*	0.073	*	1.8
LSRHQ : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.021	*	0.049	*	0.89
LSRHR : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.0076	*	0.017	*	0.32
LSRHH : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	*	0.015	*	0.033	*	0.58
LSRHX : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.	*	0.011	*	0.027	*	0.37
LSFF9 : Somme des HAP	mg/kg M.S.		0.16		0.44		8.6

Composés Volatils

LS9AP : Hydrocarbures volatils totaux (C5 - C10)				
C5 - C8 inclus	mg/kg M.S.	<1.00	<1.00	<1.00
> C8 - C10 inclus	mg/kg M.S.	<1.00	<1.00	<1.00
Somme C5 - C10	mg/kg M.S.	<1.00	<1.00	<1.00

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports

Observations	N° Ech	Réf client
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire définie au sein de l'avis en vigueur paru au Journal officiel de la République française, en application de l'Arrêté du 27 octobre 2011, la valeur retenue pour le calcul de la somme Somme des HAP pour le(s) paramètre(s) Naphtalène est LQ labo/2	(001)	SED1

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E135776

Version du : 20/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-163273-01

Date de réception technique : 06/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:255 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_SED


Gilles Lacroix

Chef d'Equipe Coordinateur Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 7 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

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

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

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Le résultat d'une somme de paramètres est soumis à une méthodologie spécifique développée par notre laboratoire. Celle-ci peut dépendre de la LQ réglementaire du ou des paramètres sommés. Pour les matrices Eaux résiduaires, Eaux douces et Sédiments, elle est définie au sein de l'avis en vigueur de l'Arrêté du 27 octobre 2011, portant les modalités d'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau. Pour la matrice d'Eau de Consommation, elle est définie selon l'Arrêté du 11 janvier 2019 modifiant l'arrêté du 5 juillet 2016 relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux et l'arrêté du 19 octobre 2017 relatif aux méthodes d'analyse utilisées dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à contacter votre chargé d'affaires ou votre coordinateur de projet client.

Annexe technique

Dossier N° :21E135776

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-163273-01

Emetteur :

Commande EOL :

 Nom projet : idopdracht:255 -- projectcode:FR0121.000221 --
 projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence commande : 21-000221_9491882_SED

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS01U	Fourniture du chromatogramme HCT	Méthode interne			Eurofins Analyses pour l'Environnement France
LS865	Arsenic (As)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN ISO 54321(sol,boue) Méthode interne(autres)	1	mg/kg M.S.	
LS870	Cadmium (Cd)		0.4	mg/kg M.S.	
LS872	Chrome (Cr)		5	mg/kg M.S.	
LS874	Cuivre (Cu)		5	mg/kg M.S.	
LS881	Nickel (Ni)		1	mg/kg M.S.	
LS883	Plomb (Pb)		5	mg/kg M.S.	
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg M.S.	
LS919	Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40) Indice Hydrocarbures (C10-C40) HCT (nC10 - nC16) (Calcul) HCT (>nC16 - nC22) (Calcul) HCT (>nC22 - nC30) (Calcul) HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	GC/FID [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 14039 (Boue, Sédiments) - NF EN ISO 16703 (Sols)	15	mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S.	
LS9AP	Hydrocarbures volatils totaux (C5 - C10) C5 - C8 inclus > C8 - C10 inclus Somme C5 - C10	HS - GC/MS - NF EN ISO 16558-1	1	mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S.	
LSA07	Matière sèche	Gravimétrie - NF EN 12880	0.1	% P.B.	
LSA09	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 54321(sol,boue) Méthode interne(autres) - NF ISO 16175-2 (boue) - NF ISO 16772 (sol)	0.1	mg/kg M.S.	
LSFF9	Somme des HAP	Calcul - Calcul		mg/kg M.S.	
LSRHH	Benzo(a)pyrène	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF ISO 18287 (Sols) - PR NF EN 17503	0.002	mg/kg M.S.	
LSRHI	Fluorène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHJ	Phénanthrène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHK	Anthracène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHL	Fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHM	Pyrène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHN	Benzo-(a)-anthracène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHP	Chrysène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHQ	Benzo(b)fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHR	Benzo(k)fluoranthène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHS	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	0.002	mg/kg M.S.		
LSRHT	Dibenzo(a,h)anthracène	0.002	mg/kg M.S.		

Annexe technique

Dossier N° :21E135776

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-163273-01

Emetteur :

Commande EOL :

 Nom projet : idopdracht:255 -- projectcode:FR0121.000221 --
 projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence commande : 21-000221_9491882_SED

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LSRHU	Naphtalène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHV	Acénaphthylène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHW	Acénaphène		0.002	mg/kg M.S.	
LSRHX	Benzo(ghi)Pérylène		0.002	mg/kg M.S.	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide -			
XXS06	Prétraitement et séchage à 40°C	Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] - NF ISO 11464 (Boue et sédiments)			
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Tamisage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	1	% P.B.	

Annexe de traçabilité des échantillons

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

Dossier N° : 21E135776

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-163273-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet : idopdracht:255 -- projectcode:FR0121.000221 --
projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence commande : 21-000221_9491882_SED

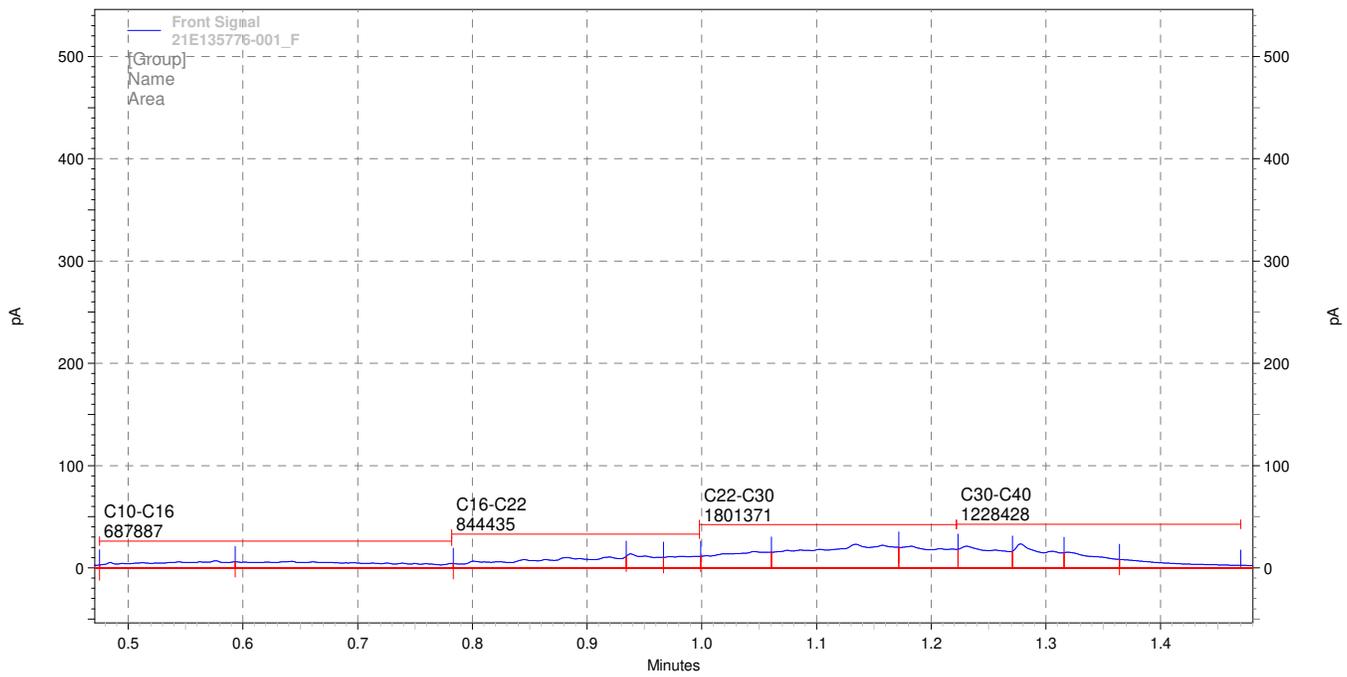
Sédiments

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
001	SED1		03/07/2021	06/07/2021		
002	SED2		03/07/2021	06/07/2021		
003	SED3		03/07/2021	06/07/2021		

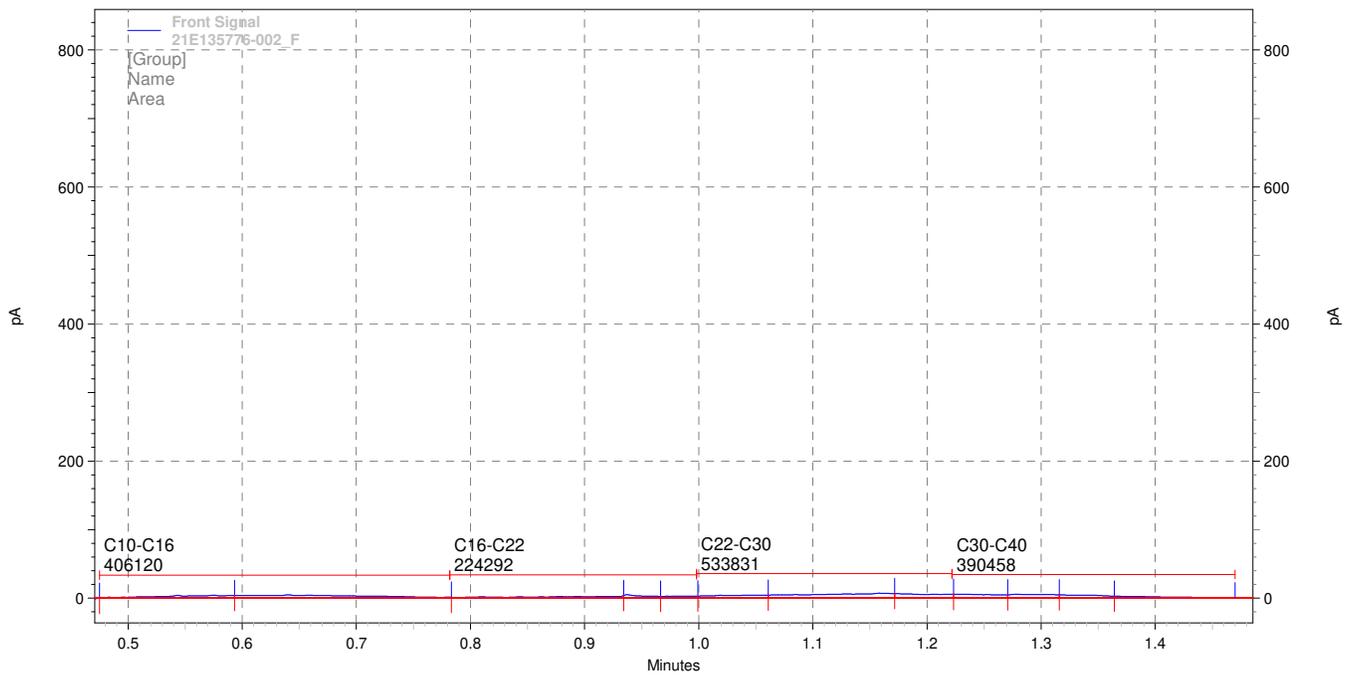
(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

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

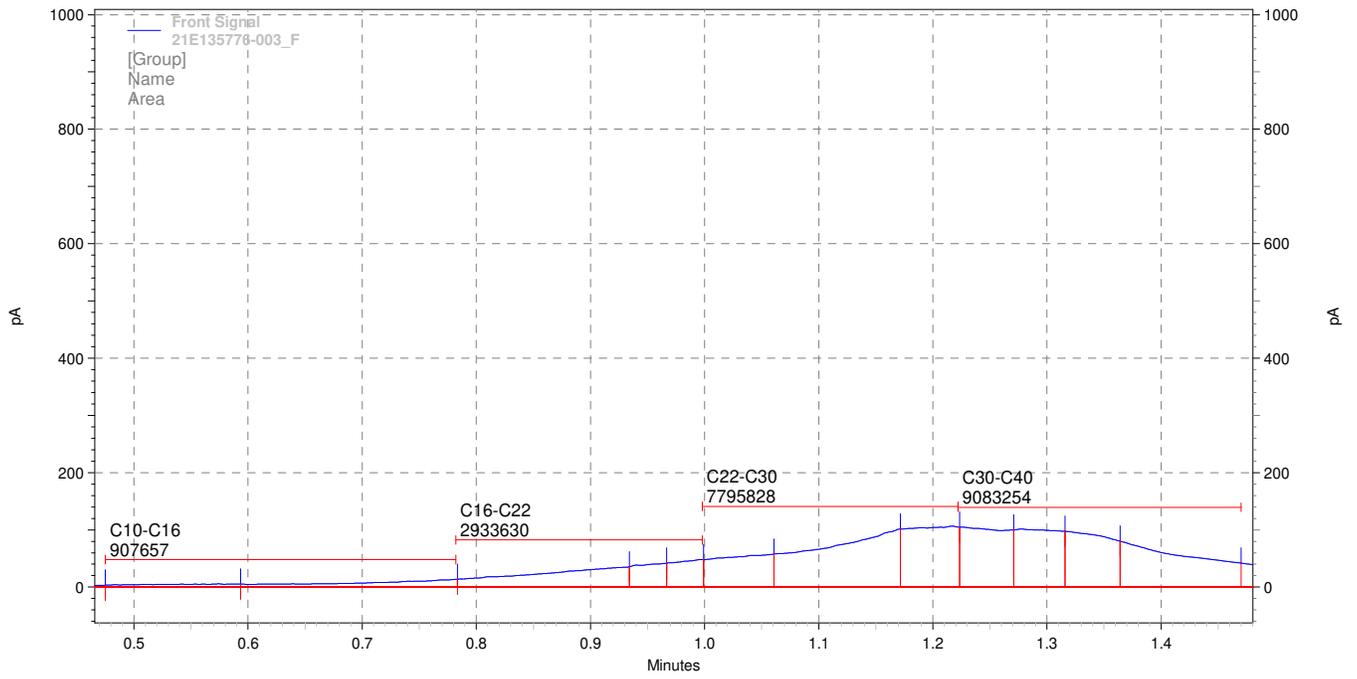
(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.



— D:\Result\2021\06_Juin\290621\290621\290621.rslt\21E135776-001_F_047, Front Signal



— D:\Result\2021\06_Juin\290621\290621\290621.rslt\21E135776-002_F_046, Front Signal



— D:\Result\2021\06_Juin\290621\290621\290621.rslt\21E135776-003_F_062, Front Signal

ARCADIS ESG
Mrs. Julie CISZAK
 5 Avenue Pierre-Georges Latécoère
 31520 RAMONVILLE-SAINT-AGNE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E136813

Version du : 19/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-162143-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:256 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_SOL

Coordinateur de Projets Clients : Gilles Lacroix / GillesLacroix@eurofins.com / +33 388028697

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sol	(SOL)	PM2021-CHA-1-1•1 bis - PM2021-CHA-1-1•1 bis
002	Sol	(SOL)	PM2021-CHA-1-1•1 - PM2021-CHA-1-1•1
003	Sol	(SOL)	PM2021-CHA-2-2•1 bis - PM2021-CHA-2-2•1 bis
004	Sol	(SOL)	PM2021-CHA-2-2•1 - PM2021-CHA-2-2•1
005	Sol	(SOL)	PM2021-CHA-3-3•1 bis - PM2021-CHA-3-3•1 bis
006	Sol	(SOL)	PM2021-CHA-3-3•1 - PM2021-CHA-3-3•1
007	Sol	(SOL)	PM2021-CHA-4-4•1 bis - PM2021-CHA-4-4•1 bis
008	Sol	(SOL)	PM2021-CHA-4-4•1 - PM2021-CHA-4-4•1
009	Sol	(SOL)	PM2021-CHA-4-4•2 bis - PM2021-CHA-4-4•2 bis
010	Sol	(SOL)	PM2021-CHA-4-4•2 - PM2021-CHA-4-4•2
011	Sol	(SOL)	PM2021-USI-1-1 bis - PM2021-USI-1-1 bis
012	Sol	(SOL)	PM2021-USI-1-1 - PM2021-USI-1-1
013	Sol	(SOL)	PM2021-USI-2-1 bis - PM2021-USI-2-1 bis
014	Sol	(SOL)	PM2021-USI-2-1 - PM2021-USI-2-1
015	Sol	(SOL)	PM2021-USI-2BIS-1 bi - PM2021-USI-2BIS-1 bi
016	Sol	(SOL)	PM2021-USI-2BIS-1 - PM2021-USI-2BIS-1
017	Sol	(SOL)	PM2021-USI-3-1 bis - PM2021-USI-3-1 bis
018	Sol	(SOL)	PM2021-USI-3-1 - PM2021-USI-3-1
019	Sol	(SOL)	PM2021-USI-3-2 bis - PM2021-USI-3-2 bis
020	Sol	(SOL)	PM2021-USI-3-2 - PM2021-USI-3-2

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 21E136813

Version du : 19/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-162143-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:256 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_SOL

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	PM2021-CH A-1-1•1 bis	PM2021-CH A-1-1•1	PM2021-CH A-2-2•1 bis	PM2021-CH A-2-2•1	PM2021-CH A-3-3•1 bis	PM2021-CH A-3-3•1
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021
Date de début d'analyse :	07/07/2021	09/07/2021	07/07/2021	09/07/2021	09/07/2021	07/07/2021
Température de l'air de l'enceinte :	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C

Préparation Physico-Chimique

ZS00U : Prétraitement et séchage à 40°C		* Fait		* Fait		* Fait
LS3V0 : Injection GC/MS						
LS896 : Matière sèche	% P.B.	* 92.1		* 89.1		* 94.6

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant		* -		* -		* -
LS865 : Arsenic (As)	mg/kg M.S.	* 4.15		* 3.85		* 6.64
LS870 : Cadmium (Cd)	mg/kg M.S.	* <0.40		* <0.40		* <0.40
LS872 : Chrome (Cr)	mg/kg M.S.	* 15.9		* 8.51		* 6.01
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg M.S.	* 9.68		* 6.25		* 7.44
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg M.S.	* 13.0		* 6.67		* 9.00
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg M.S.	* 21.0		* 7.80		* 12.1
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	* 24.6		* 11.7		* 16.7
LSA09 : Mercuré (Hg)	mg/kg M.S.	* <0.10		* <0.10		* <0.10

Hydrocarbures totaux

LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)						
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg M.S.	* 1080		* 294		* 1910
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg M.S.	26.8		16.6		31.5
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg M.S.	81.3		21.0		181
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg M.S.	343		89.1		655
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg M.S.	627		168		1040

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHU : Naphtalène	mg/kg M.S.	* <0.05		* <0.05		* <0.05
LSRHI : Fluorène	mg/kg M.S.	* 0.12		* <0.05		* 0.097
LSRHJ : Phénanthrène	mg/kg M.S.	* 0.3		* 0.052		* 0.25

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 21E136813

Version du : 19/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-162143-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:256 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_SOL

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	PM2021-CH A-1-1•1 bis SOL	PM2021-CH A-1-1•1 SOL	PM2021-CH A-2-2•1 bis SOL	PM2021-CH A-2-2•1 SOL	PM2021-CH A-3-3•1 bis SOL	PM2021-CH A-3-3•1 SOL
Matrice :						
Date de prélèvement :	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021
Date de début d'analyse :	07/07/2021	09/07/2021	07/07/2021	09/07/2021	09/07/2021	07/07/2021
Température de l'air de l'enceinte :	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHM : Pyrène	mg/kg M.S.	* 0.17		* 0.06		* 0.12
LSRHN : Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.	* <0.05		* <0.05		* <0.05
LSRHP : Chrysène	mg/kg M.S.	* <0.05		* <0.05		* <0.05
LSRHS : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	* <0.05		* <0.05		* <0.05
LSRHT : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	* <0.05		* <0.05		* <0.05
LSRHV : Acénaphthylène	mg/kg M.S.	* <0.05		* <0.05		* <0.05
LSRHW : Acénaphtène	mg/kg M.S.	* 0.15		* <0.05		* 0.14
LSRHK : Anthracène	mg/kg M.S.	* 0.18		* <0.05		* 0.14
LSRHL : Fluoranthène	mg/kg M.S.	* 0.22		* 0.057		* 0.16
LSRHQ : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	* <0.05		* <0.05		* <0.05
LSRHR : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	* <0.05		* <0.05		* <0.05
LSRHH : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	* <0.05		* <0.05		* <0.05
LSRHX : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.	* <0.05		* <0.05		* <0.05
LSFF9 : Somme des HAP	mg/kg M.S.	1.1		0.17		0.91

Composés Volatils

LS9AP : Hydrocarbures volatils totaux (C5 - C10)						
C5 - C8 inclus	mg/kg M.S.	<1.00		<1.00		<1.00
> C8 - C10 inclus	mg/kg M.S.	<1.00		<1.00		<1.00
Somme C5 - C10	mg/kg M.S.	<1.00		<1.00		<1.00

Lixiviation

LSA36 : Lixiviation 1x24 heures						
Lixiviation 1x24 heures		* Fait		* Fait		* Fait
Refus pondéral à 4 mm	% P.B.	* 37.1		* 40.5		* 43.7
XXS4D : Pesée échantillon lixiviation						
Volume	ml	* 950		* 950		* 950
Masse	g	* 94.3		* 93.9		* 93.5

Analyses immédiates sur éluat

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 21E136813

Version du : 19/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-162143-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:256 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_SOL

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	PM2021-CH A-1-1•1 bis	PM2021-CH A-1-1•1	PM2021-CH A-2-2•1 bis	PM2021-CH A-2-2•1	PM2021-CH A-3-3•1 bis	PM2021-CH A-3-3•1
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021
Date de début d'analyse :	07/07/2021	09/07/2021	07/07/2021	09/07/2021	09/07/2021	07/07/2021
Température de l'air de l'enceinte :	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C

Analyses immédiates sur éluat

LSQ13 : Mesure du pH sur éluat									
pH (Potentiel d'Hydrogène)		*	8.3		*	7.9	*	8.4	
Température de mesure du pH	°C		22			21		21	
LSQ02 : Conductivité à 25°C sur éluat									
Conductivité corrigée automatiquement à 25°C	µS/cm		*	123		*	162	*	73
Température de mesure de la conductivité	°C			21.3			21.5		20.7

Métaux sur éluat

LSM04 : Arsenic (As) sur éluat	mg/kg M.S.		*	<0.20		*	<0.20	*	<0.20
LSM11 : Chrome (Cr) sur éluat	mg/kg M.S.		*	<0.10		*	<0.10	*	<0.10
LSM13 : Cuivre (Cu) sur éluat	mg/kg M.S.		*	<0.20		*	<0.20	*	<0.20
LSM20 : Nickel (Ni) sur éluat	mg/kg M.S.		*	<0.10		*	<0.10	*	<0.10
LSM22 : Plomb (Pb) sur éluat	mg/kg M.S.		*	<0.10		*	<0.10	*	<0.10
LSM35 : Zinc (Zn) sur éluat	mg/kg M.S.		*	<0.20		*	<0.20	*	<0.20
LS04W : Mercure (Hg) sur éluat	mg/kg M.S.		*	<0.001		*	<0.001	*	<0.001
LSN05 : Cadmium (Cd) sur éluat	mg/kg M.S.		*	<0.002		*	<0.002	*	<0.002

Hydrocarbures totaux sur éluat

LSN99 : Indice Hydrocarbures par CPG LVI sur éluat	mg/kg M.S.			<0.30			<0.30		<0.31
---	------------	--	--	-------	--	--	-------	--	-------

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sur éluat

LS3XK : Acénaphène	mg/kg M.S.			<0.01			<0.01		<0.01
LS3XJ : Acénaphthylène	mg/kg M.S.			<0.01			<0.01		<0.01
LS3XC : Anthracène	mg/kg M.S.			<0.01			<0.01		<0.01
LS3XD : Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.			<0.01			<0.01		<0.01
LS3XA : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.			<0.01			<0.01		<0.01
LS3XL : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.			<0.01			<0.01		<0.01
LS3XM : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.			<0.01			<0.01		<0.01

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 21E136813

Version du : 19/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-162143-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:256 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_SOL

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	PM2021-CH A-1-1•1 bis	PM2021-CH A-1-1•1	PM2021-CH A-2-2•1 bis	PM2021-CH A-2-2•1	PM2021-CH A-3-3•1 bis	PM2021-CH A-3-3•1
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021
Date de début d'analyse :	07/07/2021	09/07/2021	07/07/2021	09/07/2021	09/07/2021	07/07/2021
Température de l'air de l'enceinte :	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sur éluat

	001	002	003	004	005	006
LS3XN : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS3XE : Chrysène	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS3XP : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS3XQ : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS3XF : Fluoranthène	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS3XB : Fluorène	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS3XI : Naphtalène	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS3XG : Phénanthrène	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS3XH : Pyrène	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Composés Volatils sur éluat

	001	002	003	004	005	006
LS0JA : Indice hydrocarbures volatils (MeC5 - C10) sur éluat						
> MeC5 - C8	mg/kg M.S.	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
> C8 - C10	mg/kg M.S.	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Somme MeC5 - C10	mg/kg M.S.	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 21E136813

Version du : 19/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-162143-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:256 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_SOL

N° Echantillon	007	008	009	010	011	012
Référence client :	PM2021-CH A-4-4•1 bis	PM2021-CH A-4-4•1	PM2021-CH A-4-4•2 bis	PM2021-CH A-4-4•2	PM2021-USI -1-1 bis	PM2021-USI -1-1
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	04/07/2021	04/07/2021
Date de début d'analyse :	09/07/2021	07/07/2021	07/07/2021	09/07/2021	07/07/2021	10/07/2021
Température de l'air de l'enceinte :	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C

Préparation Physico-Chimique

ZS00U : Prétraitement et séchage à 40°C		*	Fait	*	Fait	*	Fait
LS3V0 : Injection GC/MS							
LS896 : Matière sèche	% P.B.	*	87.0	*	91.1	*	86.8

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant		*	-	*	-		
LS865 : Arsenic (As)	mg/kg M.S.	*	5.26	*	1.38		
LS870 : Cadmium (Cd)	mg/kg M.S.	*	<0.40	*	<0.40		
LS872 : Chrome (Cr)	mg/kg M.S.	*	9.77	*	<5.00		
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg M.S.	*	11.7	*	<5.00		
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg M.S.	*	8.20	*	1.66		
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg M.S.	*	13.0	*	<5.00		
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	*	26.2	*	7.09		
LSA09 : Mercuré (Hg)	mg/kg M.S.	*	0.36	*	<0.10		

Hydrocarbures totaux

LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)							
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg M.S.	*	701	*	252	*	1880
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg M.S.		25.6		5.31		52.2
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg M.S.		51.6		19.1		211
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg M.S.		226		82.5		684
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg M.S.		397		146		935

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHU : Naphtalène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	0.15
LSRHI : Fluorène	mg/kg M.S.	*	0.051	*	<0.05	*	0.11
LSRHJ : Phénanthrène	mg/kg M.S.	*	0.19	*	0.052	*	0.68

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E136813

Version du : 19/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-162143-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:256 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_SOL

N° Echantillon	007	008	009	010	011	012
Référence client :	PM2021-CH A-4-4•1 bis	PM2021-CH A-4-4•1	PM2021-CH A-4-4•2 bis	PM2021-CH A-4-4•2	PM2021-USI -1-1 bis	PM2021-USI -1-1
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	04/07/2021	04/07/2021
Date de début d'analyse :	09/07/2021	07/07/2021	07/07/2021	09/07/2021	07/07/2021	10/07/2021
Température de l'air de l'enceinte :	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHM : Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.11	*	<0.05	*	0.99
LSRHN : Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	0.4
LSRHP : Chrysène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	0.36
LSRHS : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	0.63
LSRHT : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	0.12
LSRHV : Acénaphthylène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	0.094
LSRHW : Acénaphtène	mg/kg M.S.	*	0.059	*	<0.05	*	0.19
LSRHK : Anthracène	mg/kg M.S.	*	0.087	*	<0.05	*	0.28
LSRHL : Fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.13	*	<0.05	*	1.1
LSRHQ : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.078	*	<0.05	*	0.82
LSRHR : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	0.21
LSRHH : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	0.75
LSRHX : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	0.48
LSFF9 : Somme des HAP	mg/kg M.S.		0.71		0.052		7.4

Composés Volatils

LS9AP : Hydrocarbures volatils totaux (C5 - C10)							
C5 - C8 inclus	mg/kg M.S.		<1.00		<1.00		<1.00
> C8 - C10 inclus	mg/kg M.S.		<1.00		<1.00		1.0
Somme C5 - C10	mg/kg M.S.		<1.00		<1.00		1.00

Lixiviation

LSA36 : Lixiviation 1x24 heures								
Lixiviation 1x24 heures		*	Fait		*	Fait	*	Fait
Refus pondéral à 4 mm	% P.B.	*	41.4		*	20.4	*	32.8
XXS4D : Pesée échantillon lixiviation								
Volume	ml	*	950		*	950	*	950
Masse	g	*	94.9		*	96.2	*	94.1

Analyses immédiates sur éluat

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 21E136813

Version du : 19/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-162143-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:256 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_SOL

N° Echantillon	007	008	009	010	011	012
Référence client :	PM2021-CH A-4-4•1 bis	PM2021-CH A-4-4•1	PM2021-CH A-4-4•2 bis	PM2021-CH A-4-4•2	PM2021-USI -1-1 bis	PM2021-USI -1-1
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	04/07/2021	04/07/2021
Date de début d'analyse :	09/07/2021	07/07/2021	07/07/2021	09/07/2021	07/07/2021	10/07/2021
Température de l'air de l'enceinte :	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C

Analyses immédiates sur éluat

LSQ13 : Mesure du pH sur éluat						
pH (Potentiel d'Hydrogène)	*	8.4		*	8.6	* 8.1
Température de mesure du pH °C		21			22	21
LSQ02 : Conductivité à 25°C sur éluat						
Conductivité corrigée automatiquement à 25°C µS/cm	*	119		*	79	* 133
Température de mesure de la conductivité °C		21.0			21.7	20.8

Métaux sur éluat

LSM04 : Arsenic (As) sur éluat	mg/kg M.S.	*	<0.20		*	<0.20	
LSM11 : Chrome (Cr) sur éluat	mg/kg M.S.	*	<0.10		*	<0.10	
LSM13 : Cuivre (Cu) sur éluat	mg/kg M.S.	*	<0.20		*	<0.20	
LSM20 : Nickel (Ni) sur éluat	mg/kg M.S.	*	<0.10		*	<0.10	
LSM22 : Plomb (Pb) sur éluat	mg/kg M.S.	*	<0.10		*	<0.10	
LSM35 : Zinc (Zn) sur éluat	mg/kg M.S.	*	<0.20		*	<0.20	
LS04W : Mercure (Hg) sur éluat	mg/kg M.S.	*	<0.001		*	<0.001	
LSN05 : Cadmium (Cd) sur éluat	mg/kg M.S.	*	<0.002		*	<0.002	

Hydrocarbures totaux sur éluat

LSN99 : Indice Hydrocarbures par CPG LVI sur éluat	mg/kg M.S.		0.50			<0.30	<0.30
---	------------	--	------	--	--	-------	-------

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sur éluat

LS3XK : Acénaphène	mg/kg M.S.		<0.01			<0.01	<0.01
LS3XJ : Acénaphthylène	mg/kg M.S.		<0.01			<0.01	<0.01
LS3XC : Anthracène	mg/kg M.S.		<0.01			<0.01	<0.01
LS3XD : Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.		<0.01			<0.01	<0.01
LS3XA : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.		<0.01			<0.01	<0.01
LS3XL : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.		<0.01			<0.01	<0.01
LS3XM : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.		<0.01			<0.01	<0.01

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 21E136813

Version du : 19/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-162143-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:256 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_SOL

N° Echantillon	007	008	009	010	011	012
Référence client :	PM2021-CH A-4-4•1 bis	PM2021-CH A-4-4•1	PM2021-CH A-4-4•2 bis	PM2021-CH A-4-4•2	PM2021-USI -1-1 bis	PM2021-USI -1-1
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	04/07/2021	04/07/2021
Date de début d'analyse :	09/07/2021	07/07/2021	07/07/2021	09/07/2021	07/07/2021	10/07/2021
Température de l'air de l'enceinte :	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sur éluat

		007	008	009	010	011	012
LS3XN : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	<0.01			<0.01		<0.01
LS3XE : Chrysène	mg/kg M.S.	<0.01			<0.01		<0.01
LS3XP : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	<0.01			<0.01		<0.01
LS3XQ : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	<0.01			<0.01		<0.01
LS3XF : Fluoranthène	mg/kg M.S.	<0.01			<0.01		<0.01
LS3XB : Fluorène	mg/kg M.S.	<0.01			<0.01		<0.01
LS3XI : Naphtalène	mg/kg M.S.	<0.01			<0.01		<0.01
LS3XG : Phénanthrène	mg/kg M.S.	<0.01			<0.01		<0.01
LS3XH : Pyrène	mg/kg M.S.	<0.01			<0.01		<0.01

Composés Volatils sur éluat

		007	008	009	010	011	012
LS0JA : Indice hydrocarbures volatils (MeC5 - C10) sur éluat							
> MeC5 - C8	mg/kg M.S.	<0.3			<0.3		<0.3
> C8 - C10	mg/kg M.S.	<0.3			<0.3		<0.3
Somme MeC5 - C10	mg/kg M.S.	<0.30			<0.30		<0.30

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E136813

Version du : 19/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-162143-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:256 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_SOL

N° Echantillon	013	014	015	016	017	018
Référence client :	PM2021-USI -2-1 bis	PM2021-USI -2-1	PM2021-USI -2BIS-1 bi	PM2021-USI -2BIS-1	PM2021-USI -3-1 bis	PM2021-USI -3-1
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	04/07/2021	04/07/2021	04/07/2021	04/07/2021	04/07/2021	04/07/2021
Date de début d'analyse :	10/07/2021	07/07/2021	07/07/2021	07/07/2021	07/07/2021	10/07/2021
Température de l'air de l'enceinte :	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C

Administratif

LS01R : **Mise en réserve de l'échantillon (en option)**

Préparation Physico-Chimique

ZS00U : **Prétraitement et séchage à 40°C**

LS3V0 : **Injection GC/MS**

LS896 : **Matière sèche**

% P.B.

* Fait

* Fait

* 86.7

* 83.1

Hydrocarbures totaux

LS919 : **Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)**

Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg M.S.	* 5520	* 3260
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg M.S.	207	95.9
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg M.S.	925	325
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg M.S.	2130	1250
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg M.S.	2260	1590

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHU : Naphtalène	mg/kg M.S.	* <0.05	* 0.34
LSRHI : Fluorène	mg/kg M.S.	* 0.12	* 0.47
LSRHJ : Phénanthrène	mg/kg M.S.	* 0.31	* 2.0
LSRHM : Pyrène	mg/kg M.S.	* 0.22	* 2.6
LSRHN : Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.	* <0.05	* 1.2
LSRHP : Chrysène	mg/kg M.S.	* <0.05	* 0.95
LSRHS : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	* 0.094	* 1.6
LSRHT : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	* <0.05	* 0.37
LSRHV : Acénaphthylène	mg/kg M.S.	* <0.05	* 0.35
LSRHW : Acénaphène	mg/kg M.S.	* 0.16	* 0.52
LSRHK : Anthracène	mg/kg M.S.	* 0.17	* 1.1

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E136813

Version du : 19/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-162143-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:256 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_SOL

N° Echantillon	013	014	015	016	017	018
Référence client :	PM2021-USI -2-1 bis	PM2021-USI -2-1	PM2021-USI -2BIS-1 bi	PM2021-USI -2BIS-1	PM2021-USI -3-1 bis	PM2021-USI -3-1
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	04/07/2021	04/07/2021	04/07/2021	04/07/2021	04/07/2021	04/07/2021
Date de début d'analyse :	10/07/2021	07/07/2021	07/07/2021	07/07/2021	07/07/2021	10/07/2021
Température de l'air de l'enceinte :	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHL : Fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.28	*	2.7
LSRHQ : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.1	*	2.0
LSRHR : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	2.1
LSRHH : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	*	0.083	*	2.2
LSRHX : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.	*	0.12	*	1.4
LSFF9 : Somme des HAP	mg/kg M.S.		1.7		22

Composés Volatils

LS9AP : Hydrocarbures volatils totaux (C5 - C10)					
C5 - C8 inclus	mg/kg M.S.		<1.00		<1.00
> C8 - C10 inclus	mg/kg M.S.		<1.00		<1.00
Somme C5 - C10	mg/kg M.S.		<1.00		<1.00

Lixiviation

LSA36 : Lixiviation 1x24 heures					
Lixiviation 1x24 heures		*	Fait		*
Refus pondéral à 4 mm	% P.B.	*	27.3		*
XXS4D : Pesée échantillon lixiviation					
Volume	ml	*	950		*
Masse	g	*	93.3		*

Analyses immédiates sur éluat

LSQ13 : Mesure du pH sur éluat					
pH (Potentiel d'Hydrogène)		*	8.9		*
Température de mesure du pH	°C		21		21
LSQ02 : Conductivité à 25°C sur éluat					
Conductivité corrigée automatiquement à 25°C	µS/cm	*	81		*
Température de mesure de la conductivité	°C		20.9		20.9

Hydrocarbures totaux sur éluat

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E136813

Version du : 19/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-162143-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:256 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_SOL

N° Echantillon	013	014	015	016	017	018
Référence client :	PM2021-USI -2-1 bis	PM2021-USI -2-1	PM2021-USI -2BIS-1 bi	PM2021-USI -2BIS-1	PM2021-USI -3-1 bis	PM2021-USI -3-1
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	04/07/2021	04/07/2021	04/07/2021	04/07/2021	04/07/2021	04/07/2021
Date de début d'analyse :	10/07/2021	07/07/2021	07/07/2021	07/07/2021	07/07/2021	10/07/2021
Température de l'air de l'enceinte :	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C

Hydrocarbures totaux sur éluat

LSN99 : Indice Hydrocarbures par CPG LVI sur éluat	mg/kg M.S.	1.63				0.49
---	------------	------	--	--	--	------

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sur éluat

LS3XK : Acénaphène	mg/kg M.S.	<0.01				<0.01
LS3XJ : Acénaphthylène	mg/kg M.S.	<0.01				<0.01
LS3XC : Anthracène	mg/kg M.S.	<0.01				<0.01
LS3XD : Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.	<0.01				<0.01
LS3XA : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	<0.01				<0.01
LS3XL : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	<0.01				<0.01
LS3XM : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.	<0.01				0.05
LS3XN : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	<0.01				0.01
LS3XE : Chrysène	mg/kg M.S.	<0.01				0.02
LS3XP : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	<0.01				<0.01
LS3XQ : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	<0.01				<0.01
LS3XF : Fluoranthène	mg/kg M.S.	0.02				0.05
LS3XB : Fluorène	mg/kg M.S.	<0.01				<0.01
LS3XI : Naphtalène	mg/kg M.S.	<0.01				<0.01
LS3XG : Phénanthrène	mg/kg M.S.	<0.01				<0.01
LS3XH : Pyrène	mg/kg M.S.	<0.01				<0.01

Composés Volatils sur éluat

LS0JA : Indice hydrocarbures volatils (MeC5 - C10) sur éluat						
> MeC5 - C8	mg/kg M.S.	<0.3				<0.3
> C8 - C10	mg/kg M.S.	<0.3				<0.3
Somme MeC5 - C10	mg/kg M.S.	<0.30				<0.30

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 21E136813

Version du : 19/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-162143-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:256 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_SOL

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

019**020****PM2021-USI****PM2021-USI****-3-2 bis****-3-2****SOL****SOL**

04/07/2021

04/07/2021

07/07/2021

07/07/2021

13.7°C

13.7°C

Administratif
**LS01R : Mise en réserve de
l'échantillon (en option)**

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports

Observations	N° Ech	Réf client
Lixiviation : La nature de l'échantillon rend la filtration difficile. Certains résultats sont susceptibles d'être sur-estimés	(002) (018)	PM2021-CHA-1-1•1 / PM2021-USI-3-1 /


Stéphanie André
Responsable Service Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 18 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

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

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

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E136813

Version du : 19/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-162143-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:256 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_SOL

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Le résultat d'une somme de paramètres est soumis à une méthodologie spécifique développée par notre laboratoire. Celle-ci peut dépendre de la LQ réglementaire du ou des paramètres sommés. Pour les matrices Eaux résiduaires, Eaux douces et Sédiments, elle est définie au sein de l'avis en vigueur de l'Arrêté du 27 octobre 2011, portant les modalités d'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau. Pour la matrice d'Eau de Consommation, elle est définie selon l'Arrêté du 11 janvier 2019 modifiant l'arrêté du 5 juillet 2016 relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux et l'arrêté du 19 octobre 2017 relatif aux méthodes d'analyse utilisées dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à contacter votre chargé d'affaires ou votre coordinateur de projet client.

Annexe technique

Dossier N° :21E136813

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-162143-01

Emetteur :

Commande EOL :

 Nom projet : idopdracht:256 -- projectcode:FR0121.000221 --
 projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence commande : 21-000221_9491882_SOL

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS04W	Mercuré (Hg) sur éluat	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	0.001	mg/kg M.S.	Eurofins Analyses pour l'Environnement France
LS0IR	Mise en réserve de l'échantillon (en option)				
LS0JA	Indice hydrocarbures volatils (MeC5 - C10) sur éluat > MeC5 - C8 > C8 - C10 Somme MeC5 - C10	HS - GC/MS - Méthode interne		mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S.	
LS3V0	Injection GC/MS	Injection GC -			
LS3XA	Benzo(a)pyrène	GC/MS - NF EN ISO 17993	0.01	mg/kg M.S.	
LS3XB	Fluorène		0.01	mg/kg M.S.	
LS3XC	Anthracène		0.01	mg/kg M.S.	
LS3XD	Benzo-(a)-anthracène		0.01	mg/kg M.S.	
LS3XE	Chrysène		0.01	mg/kg M.S.	
LS3XF	Fluoranthène		0.01	mg/kg M.S.	
LS3XG	Phénanthrène		0.01	mg/kg M.S.	
LS3XH	Pyrène		0.01	mg/kg M.S.	
LS3XI	Naphtalène		0.01	mg/kg M.S.	
LS3XJ	Acénaphthylène		0.01	mg/kg M.S.	
LS3XK	Acénaphtène		0.01	mg/kg M.S.	
LS3XL	Benzo(b)fluoranthène		0.01	mg/kg M.S.	
LS3XM	Benzo(ghi)Pérylène		0.01	mg/kg M.S.	
LS3XN	Benzo(k)fluoranthène		0.01	mg/kg M.S.	
LS3XP	Dibenzo(a,h)anthracène	0.01	mg/kg M.S.		
LS3XQ	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	0.01	mg/kg M.S.		
LS865	Arsenic (As)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN ISO 54321(sol,boue) Méthode interne(autres)	1	mg/kg M.S.	
LS870	Cadmium (Cd)		0.4	mg/kg M.S.	
LS872	Chrome (Cr)		5	mg/kg M.S.	
LS874	Cuivre (Cu)		5	mg/kg M.S.	
LS881	Nickel (Ni)		1	mg/kg M.S.	
LS883	Plomb (Pb)		5	mg/kg M.S.	
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg M.S.	
LS896	Matière sèche	Gravimétrie - NF ISO 11465	0.1	% P.B.	
LS919	Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40) Indice Hydrocarbures (C10-C40) HCT (nC10 - nC16) (Calcul) HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	GC/FID [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 14039 (Boue, Sédiments) - NF EN ISO 16703 (Sols)	15	mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S.	

Annexe technique

Dossier N° :21E136813

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-162143-01

Emetteur :

Commande EOL :

 Nom projet : idopdracht:256 -- projectcode:FR0121.000221 --
 projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence commande : 21-000221_9491882_SOL

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
	HCT (>nC22 - nC30) (Calcul) HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)			mg/kg M.S. mg/kg M.S.	
LS9AP	Hydrocarbures volatils totaux (C5 - C10) C5 - C8 inclus > C8 - C10 inclus Somme C5 - C10	HS - GC/MS - NF EN ISO 16558-1	1	mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S.	
LSA09	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 54321(sol,boue) Méthode interne(autres) - NF ISO 16175-2 (boue) - NF ISO 16772 (sol)	0.1	mg/kg M.S.	
LSA36	Lixiviation 1x24 heures Lixiviation 1x24 heures Refus pondéral à 4 mm	Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2	0.1	% P.B.	
LSFF9	Somme des HAP	Calcul - Calcul		mg/kg M.S.	
LSM04	Arsenic (As) sur éluat	ICP/AES - NF EN ISO 11885	0.2	mg/kg M.S.	
LSM11	Chrome (Cr) sur éluat		0.1	mg/kg M.S.	
LSM13	Cuivre (Cu) sur éluat		0.2	mg/kg M.S.	
LSM20	Nickel (Ni) sur éluat		0.1	mg/kg M.S.	
LSM22	Plomb (Pb) sur éluat		0.1	mg/kg M.S.	
LSM35	Zinc (Zn) sur éluat		0.2	mg/kg M.S.	
LSN05	Cadmium (Cd) sur éluat		ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	0.002	mg/kg M.S.
LSN99	Indice Hydrocarbures par CPG LVI sur éluat	GC/FID [Prise d'essai réduite] - Méthode interne	0.03	mg/kg M.S.	
LSQ02	Conductivité à 25°C sur éluat Conductivité corrigée automatiquement à 25°C Température de mesure de la conductivité	Potentiométrie [Méthode à la sonde] - NF EN 27888	15	µS/cm °C	
LSQ13	Mesure du pH sur éluat pH (Potentiel d'Hydrogène) Température de mesure du pH	Potentiométrie - NF EN ISO 10523		°C	
LSRHH	Benzo(a)pyrène	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF ISO 18287 (Sols) - PR NF EN 17503	0.05	mg/kg M.S.	
LSRHI	Fluorène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHJ	Phénanthrène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHK	Anthracène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHL	Fluoranthène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHM	Pyrène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHN	Benzo(a)-anthracène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHP	Chrysène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHQ	Benzo(b)fluoranthène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHR	Benzo(k)fluoranthène		0.05	mg/kg M.S.	

Annexe technique

Dossier N° :21E136813

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-162143-01

Emetteur :

Commande EOL :

 Nom projet : idopdracht:256 -- projectcode:FR0121.000221 --
 projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence commande : 21-000221_9491882_SOL

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LSRHS	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHT	Dibenzo(a,h)anthracène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHU	Naphtalène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHV	Acénaphthylène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHW	Acénaphtène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHX	Benzo(ghi)Pérylène		0.05	mg/kg M.S.	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide -			
XXS4D	Pesée échantillon lixiviation Volume Masse	Gravimétrie - NF EN 12457-2		ml g	
ZS00U	Prétraitement et séchage à 40°C	Séchage [sur la totalité de l'échantillon sauf mention contraire] - NF EN 16179			

Annexe de traçabilité des échantillons

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

Dossier N° : 21E136813

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-162143-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet : idopdracht:256 -- projectcode:FR0121.000221 --
projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence commande : 21-000221_9491882_SOL

Sol

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
001	PM2021-CHA-1-1-1 bis		03/07/2021	07/07/2021		
002	PM2021-CHA-1-1-1		03/07/2021	07/07/2021		
003	PM2021-CHA-2-2-1 bis		03/07/2021	07/07/2021		
004	PM2021-CHA-2-2-1		03/07/2021	07/07/2021		
005	PM2021-CHA-3-3-1 bis		03/07/2021	07/07/2021		
006	PM2021-CHA-3-3-1		03/07/2021	07/07/2021		
007	PM2021-CHA-4-4-1 bis		03/07/2021	07/07/2021		
008	PM2021-CHA-4-4-1		03/07/2021	07/07/2021		
009	PM2021-CHA-4-4-2 bis		03/07/2021	07/07/2021		
010	PM2021-CHA-4-4-2		03/07/2021	07/07/2021		
011	PM2021-USI-1-1 bis		03/07/2021	07/07/2021		
012	PM2021-USI-1-1		03/07/2021	07/07/2021		
013	PM2021-USI-2-1 bis		03/07/2021	07/07/2021		
014	PM2021-USI-2-1		03/07/2021	07/07/2021		
015	PM2021-USI-2BIS-1 bi		03/07/2021	07/07/2021		
016	PM2021-USI-2BIS-1		03/07/2021	07/07/2021		
017	PM2021-USI-3-1 bis		03/07/2021	07/07/2021		
018	PM2021-USI-3-1		03/07/2021	07/07/2021		
019	PM2021-USI-3-2 bis		03/07/2021	07/07/2021		
020	PM2021-USI-3-2		03/07/2021	07/07/2021		

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

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

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

ARCADIS ESG
Mrs. Julie CISZAK
 5 Avenue Pierre-Georges Latécoère
 31520 RAMONVILLE-SAINT-AGNE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E136924

Version du : 15/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-159458-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:254 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_ESO

Coordinateur de Projets Clients : Gilles Lacroix / GillesLacroix@eurofins.com / +33 388028697

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Eau souterraine	(ESO)	ESout1 - ESout1
002	Eau souterraine	(ESO)	ESout2 - ESout2
003	Eau souterraine	(ESO)	ESout3 - ESout3

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 21E136924

Version du : 15/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-159458-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:254 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_ESO

N° Echantillon	001	002	003
Référence client :	ESout1	ESout2	ESout3
Matrice :	ESO	ESO	ESO
Date de prélèvement :	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021
Date de début d'analyse :	07/07/2021	07/07/2021	07/07/2021
Température de l'air de l'enceinte :	13.7°C	13.7°C	13.7°C

Métaux

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

Hydrocarbures totaux

		-	-	-			
LS01U : Fourniture du chromatogramme HCT		-	-	-			
LS308 : Indice hydrocarbures (C10-C40) – 4 tranches							
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/l	*	<0.03	*	<0.03	*	<0.03
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/l		<0.008		<0.008		<0.008
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/l		<0.008		<0.008		<0.008
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/l		<0.008		<0.008		<0.008
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/l		<0.008		<0.008		<0.008

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

		*	<0.01	*	<0.01	*	0.1
LSRHB : Naphtalène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	0.1
LSRHC : Acénaphthylène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRHD : Acénaphène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH1 : Fluorène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH2 : Phénanthrène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH3 : Anthracène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH4 : Fluoranthène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH5 : Pyrène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH6 : Benzo-(a)-anthracène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH7 : Chrysène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 21E136924

Version du : 15/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-159458-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:254 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_ESO

N° Echantillon	001	002	003
Référence client :	ESout1	ESout2	ESout3
Matrice :	ESO	ESO	ESO
Date de prélèvement :	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021
Date de début d'analyse :	07/07/2021	07/07/2021	07/07/2021
Température de l'air de l'enceinte :	13.7°C	13.7°C	13.7°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH8 : Benzo(b)fluoranthène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH9 : Benzo(k)fluoranthène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH0 : Benzo(a)pyrène	µg/l	*	<0.0075	*	<0.0075	*	<0.0075
LSRHA : Dibenzo(a,h)anthracène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRHE : Benzo(ghi)Pérylène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRHF : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSFF8 : Somme des HAP 16	µg/l		0.025		0.025		0.13

Composés Volatils

	µg/l	<30.0	<30.0	<30.0
LS4P0 : Indice hydrocarbures volatils (C5 - C10)				
C5 - C8 inclus	µg/l	<30.0	<30.0	<30.0
> C8 - C10 inclus	µg/l	<30.0	<30.0	<30.0
Somme C5 - C10	µg/l	<30.0	<30.0	<30.0

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports

Observations	N° Ech	Réf client
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire définie au sein de l'avis en vigueur paru au Journal officiel de la République française, en application de l'Arrêté du 27 octobre 2011, la valeur retenue pour le calcul de la somme Somme des HAP pour le(s) paramètre(s) Benzo(a)-anthracène, Benzo(b)fluoranthène, Benzo(k)fluoranthène, Benzo(ghi)Pérylène, Indeno (1,2,3-cd) Pyrène est LQ labo/2	(001) (002) (003)	ESout1 / ESout2 / ESout3 /
La conformité relative à la température relevée pendant le transport des échantillons n'est pas remplie.	(001) (002) (003)	ESout1 / ESout2 / ESout3 /

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E136924

Version du : 15/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-159458-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:254 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_ESO


Andréa Golfier

Coordinatrice Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 7 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

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

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

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Le résultat d'une somme de paramètres est soumis à une méthodologie spécifique développée par notre laboratoire. Celle-ci peut dépendre de la LQ réglementaire du ou des paramètres sommés. Pour les matrices Eaux résiduaires, Eaux douces et Sédiments, elle est définie au sein de l'avis en vigueur de l'Arrêté du 27 octobre 2011, portant les modalités d'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau. Pour la matrice d'Eau de Consommation, elle est définie selon l'Arrêté du 11 janvier 2019 modifiant l'arrêté du 5 juillet 2016 relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux et l'arrêté du 19 octobre 2017 relatif aux méthodes d'analyse utilisées dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à contacter votre chargé d'affaires ou votre coordinateur de projet client.

Annexe technique

Dossier N° :21E136924

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-159458-01

Emetteur :

Commande EOL :

 Nom projet : idopdracht:254 -- projectcode:FR0121.000221 --
 projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence commande : 21-000221_9491882_ESO

Eau souterraine

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
DN225	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) - NF EN ISO 17852	0.2	µg/l	Eurofins Analyses pour l'Environnement France
LS01U	Fourniture du chromatogramme HCT	Méthode interne			
LS105	Cuivre (Cu)	ICP/AES - NF EN ISO 11885	0.01	mg/l	
LS111	Zinc (Zn)		0.02	mg/l	
LS115	Nickel (Ni)		0.005	mg/l	
LS122	Arsenic (As)		0.005	mg/l	
LS127	Cadmium (Cd)		0.005	mg/l	
LS129	Chrome (Cr)		0.005	mg/l	
LS137	Plomb (Pb)		0.005	mg/l	
LS308	Indice hydrocarbures (C10-C40) -- 4 tranches Indice Hydrocarbures (C10-C40) HCT (nC10 - nC16) (Calcul) HCT (>nC16 - nC22) (Calcul) HCT (>nC22 - nC30) (Calcul) HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	GC/FID [Extraction Liquide / Liquide sur prise d'essai réduite] - NF EN ISO 9377-2	0.03 0.008 0.008 0.008 0.008	mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l	
LS4P0	Indice hydrocarbures volatils (C5 - C10) C5 - C8 inclus > C8 - C10 inclus Somme C5 - C10	HS - GC/MS - Méthode interne	30	µg/l µg/l µg/l	
LSFF8	Somme des HAP 16	Calcul - Calcul		µg/l	
LSRH0	Benzo(a)pyrène	GC/MS/MS [Extraction Liquide / Liquide] - Méthode interne	0.0075	µg/l	
LSRH1	Fluorène		0.01	µg/l	
LSRH2	Phénanthrène		0.01	µg/l	
LSRH3	Anthracène		0.01	µg/l	
LSRH4	Fluoranthène		0.01	µg/l	
LSRH5	Pyrène		0.01	µg/l	
LSRH6	Benzo-(a)-anthracène		0.01	µg/l	
LSRH7	Chrysène		0.01	µg/l	
LSRH8	Benzo(b)fluoranthène		0.01	µg/l	
LSRH9	Benzo(k)fluoranthène		0.01	µg/l	
LSRHA	Dibenzo(a,h)anthracène		0.01	µg/l	
LSRHB	Naphtalène		0.01	µg/l	
LSRHC	Acénaphthylène		0.01	µg/l	
LSRHD	Acénaphtène		0.01	µg/l	
LSRHE	Benzo(ghi)Pérylène		0.01	µg/l	
LSRHF	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène		0.01	µg/l	

Annexe technique

Dossier N° :21E136924

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-159458-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet : idopdracht:254 -- projectcode:FR0121.000221 --
projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence commande : 21-000221_9491882_ESO

Annexe de traçabilité des échantillons

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

Dossier N° : 21E136924

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-159458-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet : idopdracht:254 -- projectcode:FR0121.000221 --
projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence commande : 21-000221_9491882_ESO

Eau souterraine

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
001	ESout1		03/07/2021	07/07/2021		
002	ESout2		03/07/2021	07/07/2021		
003	ESout3		03/07/2021	07/07/2021		

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

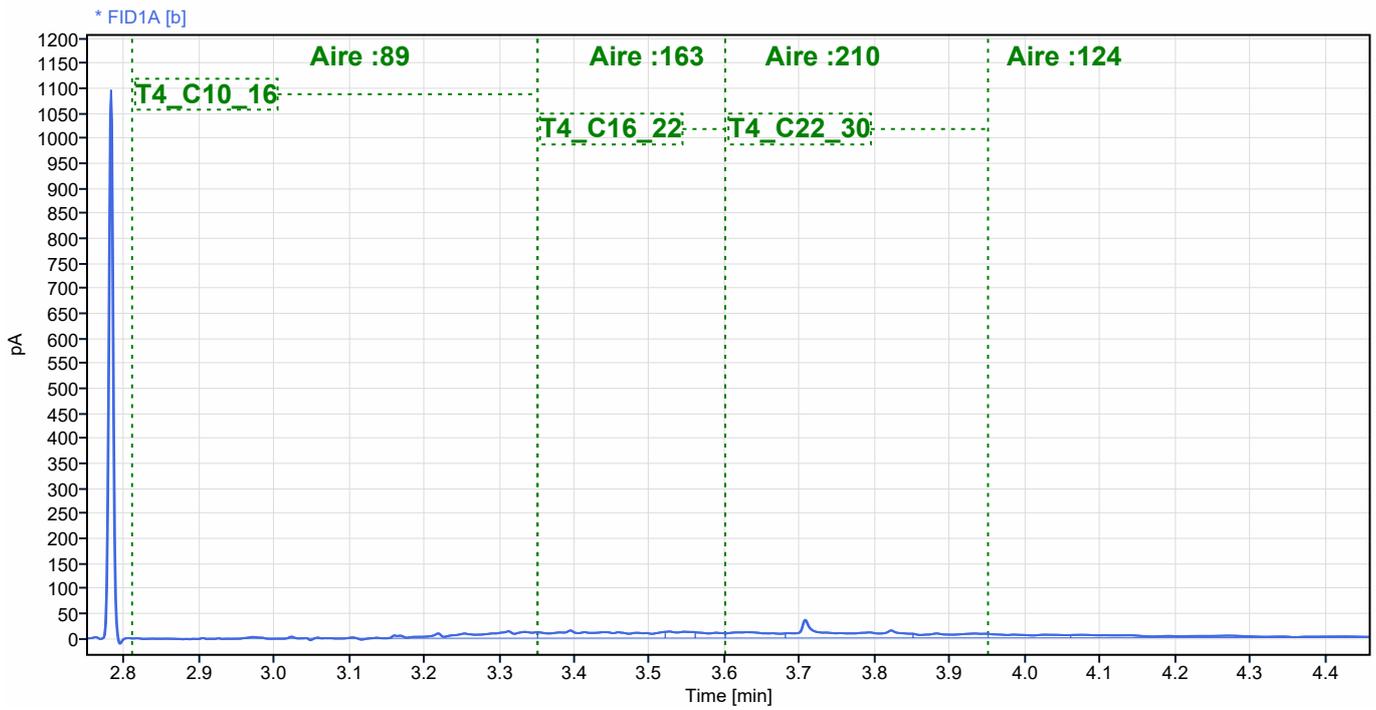
Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

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

Single Injection Report

Sample name:

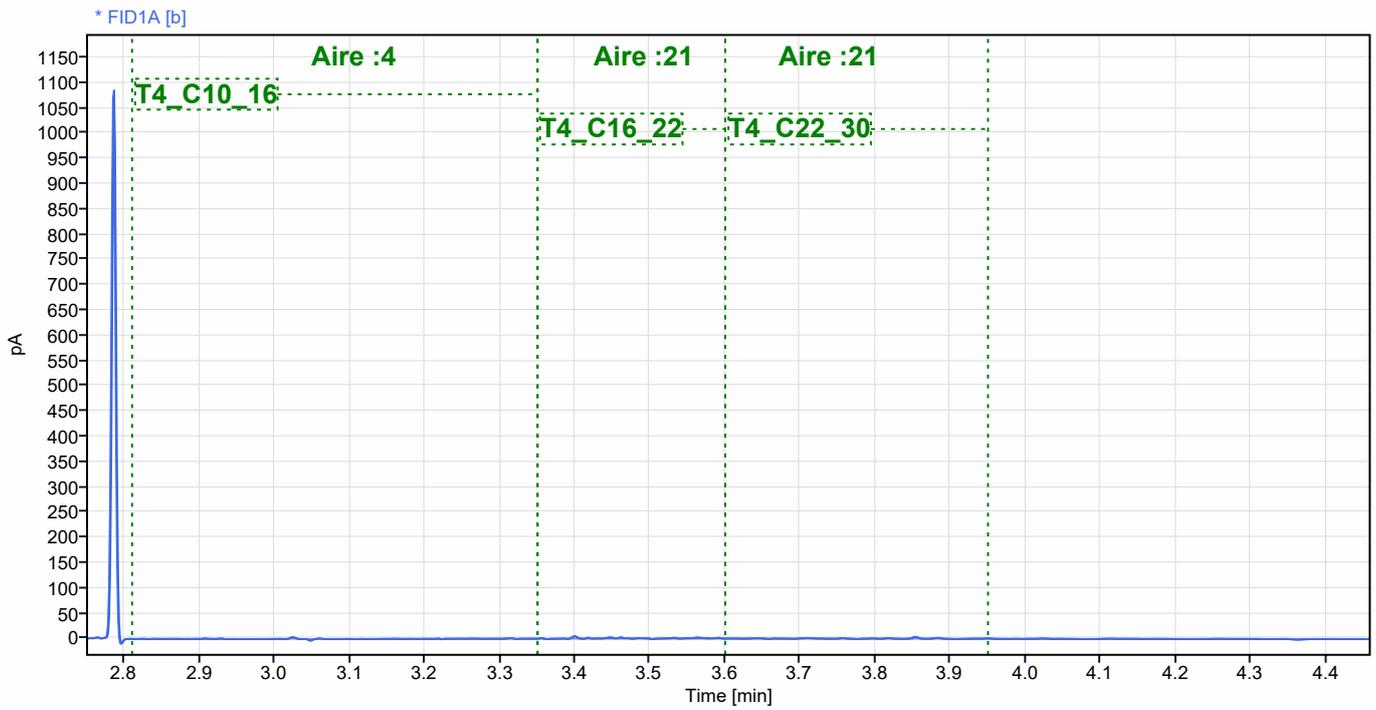
21E136924-001



Single Injection Report

Sample name:

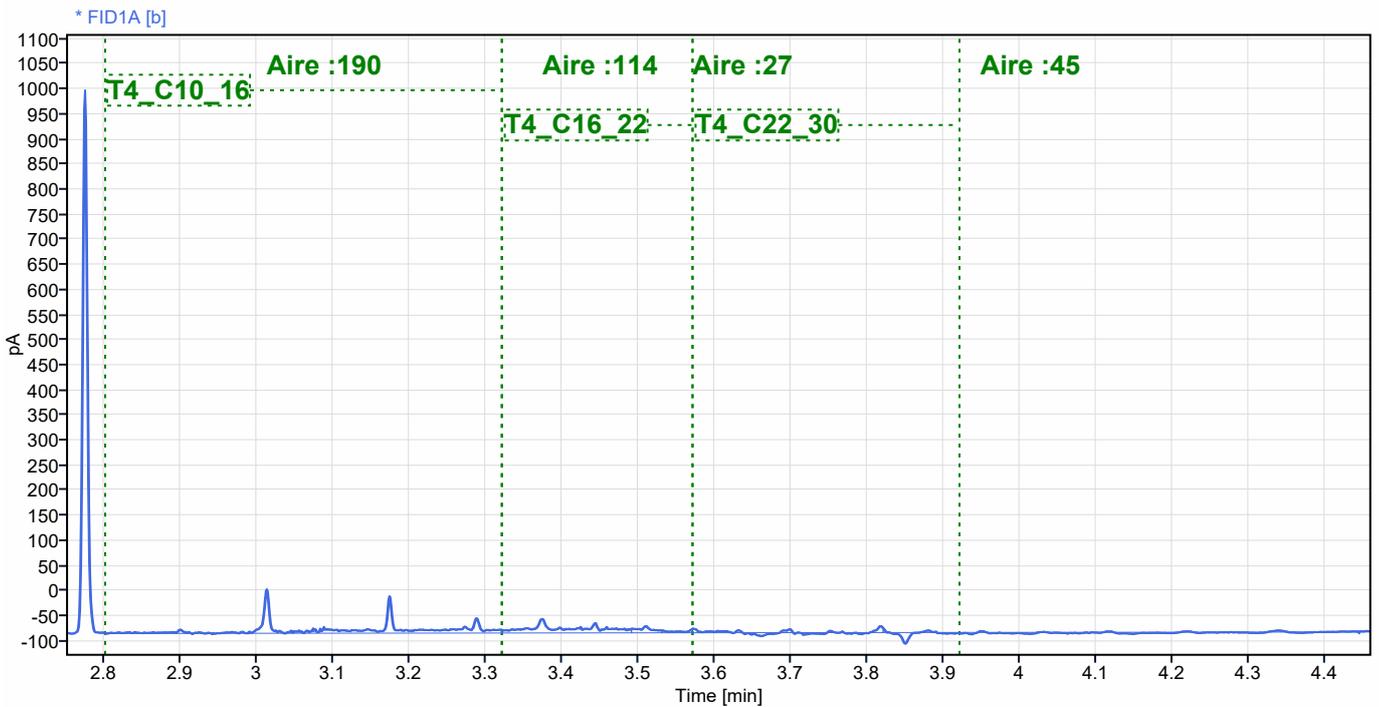
21E136924-002



Single Injection Report

Sample name:

21E136924-003



ARCADIS ESG
Mrs. Julie CISZAK
5 Avenue Pierre-Georges Latécoère
31520 RAMONVILLE-SAINT-AGNE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E136927

Version du : 15/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-159457-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:253 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_ESU

Coordinateur de Projets Clients : Gilles Lacroix / GillesLacroix@eurofins.com / +33 388028697

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Eau de surface	(ESU)	ESU1 - ESU1
002	Eau de surface	(ESU)	ESU2 - ESU2
003	Eau de surface	(ESU)	ESU3 - ESU3
004	Eau de surface	(ESU)	ESU4 - ESU4

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 21E136927

Version du : 15/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-159457-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:253 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_ESU

N° Echantillon	001 ESU1 ESU	002 ESU2 ESU	003 ESU3 ESU	004 ESU4 ESU
Référence client :				
Matrice :				
Date de prélèvement :	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	07/07/2021
Date de début d'analyse :	07/07/2021	07/07/2021	07/07/2021	07/07/2021
Température de l'air de l'enceinte :	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C

Métaux

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

Hydrocarbures totaux

LS01U : Fourniture du chromatogramme HCT			-		-		-		-
LS308 : Indice hydrocarbures (C10-C40) – 4 tranches									
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/l	*	<0.03	*	<0.03	*	<0.03	*	<0.03
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/l		<0.008		<0.008		<0.008		<0.008
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/l		<0.008		<0.008		<0.008		<0.008
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/l		<0.008		<0.008		<0.008		<0.008
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/l		<0.008		<0.008		<0.008		<0.008

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHB : Naphtalène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRHC : Acénaphthylène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRHD : Acénaphène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH1 : Fluorène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH2 : Phénanthrène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH3 : Anthracène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH4 : Fluoranthène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH5 : Pyrène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH6 : Benzo-(a)-anthracène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH7 : Chrysène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 21E136927

Version du : 15/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-159457-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:253 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_ESU

N° Echantillon	001	002	003	004
Référence client :	ESU1	ESU2	ESU3	ESU4
Matrice :	ESU	ESU	ESU	ESU
Date de prélèvement :	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	07/07/2021
Date de début d'analyse :	07/07/2021	07/07/2021	07/07/2021	07/07/2021
Température de l'air de l'enceinte :	13.7°C	13.7°C	13.7°C	13.7°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH8 : Benzo(b)fluoranthène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH9 : Benzo(k)fluoranthène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRH0 : Benzo(a)pyrène	µg/l	*	<0.0075	*	<0.0075	*	<0.0075	*	<0.0075
LSRHA : Dibenzo(a,h)anthracène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRHE : Benzo(ghi)Pérylène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSRHF : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	µg/l	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01	*	<0.01
LSFF8 : Somme des HAP 16	µg/l		0.025		0.025		0.025		0.025

Composés Volatils

LS4P0 : Indice hydrocarbures volatils (C5 - C10)					
C5 - C8 inclus	µg/l		<30.0	<30.0	<30.0
> C8 - C10 inclus	µg/l		<30.0	<30.0	<30.0
Somme C5 - C10	µg/l		<30.0	<30.0	<30.0

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports

Observations	N° Ech	Réf client
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire définie au sein de l'avis en vigueur paru au Journal officiel de la République française, en application de l'Arrêté du 27 octobre 2011, la valeur retenue pour le calcul de la somme Somme des HAP pour le(s) paramètre(s) Benzo(a)-anthracène, Benzo(b)fluoranthène, Benzo(k)fluoranthène, Benzo(ghi)Pérylène, Indeno (1,2,3-cd) Pyrène est LQ labo/2	(001) (002) (003) (004)	ESU1 / ESU2 / ESU3 / ESU4 /
La conformité relative à la température relevée pendant le transport des échantillons n'est pas remplie.	(001) (002) (003) (004)	ESU1 / ESU2 / ESU3 / ESU4 /
Métaux : La stabilisation a été réalisée au laboratoire.	(004)	ESU4

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E136927

Version du : 15/07/2021

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-159457-01

Date de réception technique : 07/07/2021

Première date de réception physique : 03/07/2021

Référence Dossier : idopdracht:253 -- projectcode:FR0121.000221 -- projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence Commande : 21-000221_9491882_ESU


Andréa Golfier

Coordinatrice Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 7 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

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

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

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Le résultat d'une somme de paramètres est soumis à une méthodologie spécifique développée par notre laboratoire. Celle-ci peut dépendre de la LQ réglementaire du ou des paramètres sommés. Pour les matrices Eaux résiduaires, Eaux douces et Sédiments, elle est définie au sein de l'avis en vigueur de l'Arrêté du 27 octobre 2011, portant les modalités d'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau. Pour la matrice d'Eau de Consommation, elle est définie selon l'Arrêté du 11 janvier 2019 modifiant l'arrêté du 5 juillet 2016 relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux et l'arrêté du 19 octobre 2017 relatif aux méthodes d'analyse utilisées dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à contacter votre chargé d'affaires ou votre coordinateur de projet client.

Annexe technique

Dossier N° :21E136927

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-159457-01

Emetteur :

Commande EOL :

 Nom projet : idopdracht:253 -- projectcode:FR0121.000221 --
 projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence commande : 21-000221_9491882_ESU

Eau de surface

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
DN225	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) - NF EN ISO 17852	0.2	µg/l	Eurofins Analyses pour l'Environnement France
LS01U	Fourniture du chromatogramme HCT	Méthode interne			
LS105	Cuivre (Cu)	ICP/AES - NF EN ISO 11885	0.01	mg/l	
LS111	Zinc (Zn)		0.02	mg/l	
LS115	Nickel (Ni)		0.005	mg/l	
LS122	Arsenic (As)		0.005	mg/l	
LS127	Cadmium (Cd)		0.005	mg/l	
LS129	Chrome (Cr)		0.005	mg/l	
LS137	Plomb (Pb)		0.005	mg/l	
LS308	Indice hydrocarbures (C10-C40) – 4 tranches Indice Hydrocarbures (C10-C40) HCT (nC10 - nC16) (Calcul) HCT (>nC16 - nC22) (Calcul) HCT (>nC22 - nC30) (Calcul) HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	GC/FID [Extraction Liquide / Liquide sur prise d'essai réduite] - NF EN ISO 9377-2	0.03 0.008 0.008 0.008 0.008	mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l	
LS4P0	Indice hydrocarbures volatils (C5 - C10) C5 - C8 inclus > C8 - C10 inclus Somme C5 - C10	HS - GC/MS - Méthode interne	30	µg/l µg/l µg/l	
LSFF8	Somme des HAP 16	Calcul - Calcul		µg/l	
LSRH0	Benzo(a)pyrène	GC/MS/MS [Extraction Liquide / Liquide] - Méthode interne	0.0075	µg/l	
LSRH1	Fluorène		0.01	µg/l	
LSRH2	Phénanthrène		0.01	µg/l	
LSRH3	Anthracène		0.01	µg/l	
LSRH4	Fluoranthène		0.01	µg/l	
LSRH5	Pyrène		0.01	µg/l	
LSRH6	Benzo-(a)-anthracène		0.01	µg/l	
LSRH7	Chrysène		0.01	µg/l	
LSRH8	Benzo(b)fluoranthène		0.01	µg/l	
LSRH9	Benzo(k)fluoranthène		0.01	µg/l	
LSRHA	Dibenzo(a,h)anthracène		0.01	µg/l	
LSRHB	Naphtalène		0.01	µg/l	
LSRHC	Acénaphthylène		0.01	µg/l	
LSRHD	Acénaphtène		0.01	µg/l	
LSRHE	Benzo(ghi)Pérylène		0.01	µg/l	
LSRHF	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène		0.01	µg/l	

Annexe technique

Dossier N° :21E136927

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-159457-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet : idopdracht:253 -- projectcode:FR0121.000221 --
projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence commande : 21-000221_9491882_ESU

Annexe de traçabilité des échantillons

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

Dossier N° : 21E136927

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-159457-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet : idopdracht:253 -- projectcode:FR0121.000221 --
projectnaam:Etude complémentaire - TRMC

Référence commande : 21-000221_9491882_ESU

Eau de surface

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
001	ESU1		03/07/2021	07/07/2021		
002	ESU2		03/07/2021	07/07/2021		
003	ESU3		03/07/2021	07/07/2021		
004	ESU4		03/07/2021	07/07/2021		

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

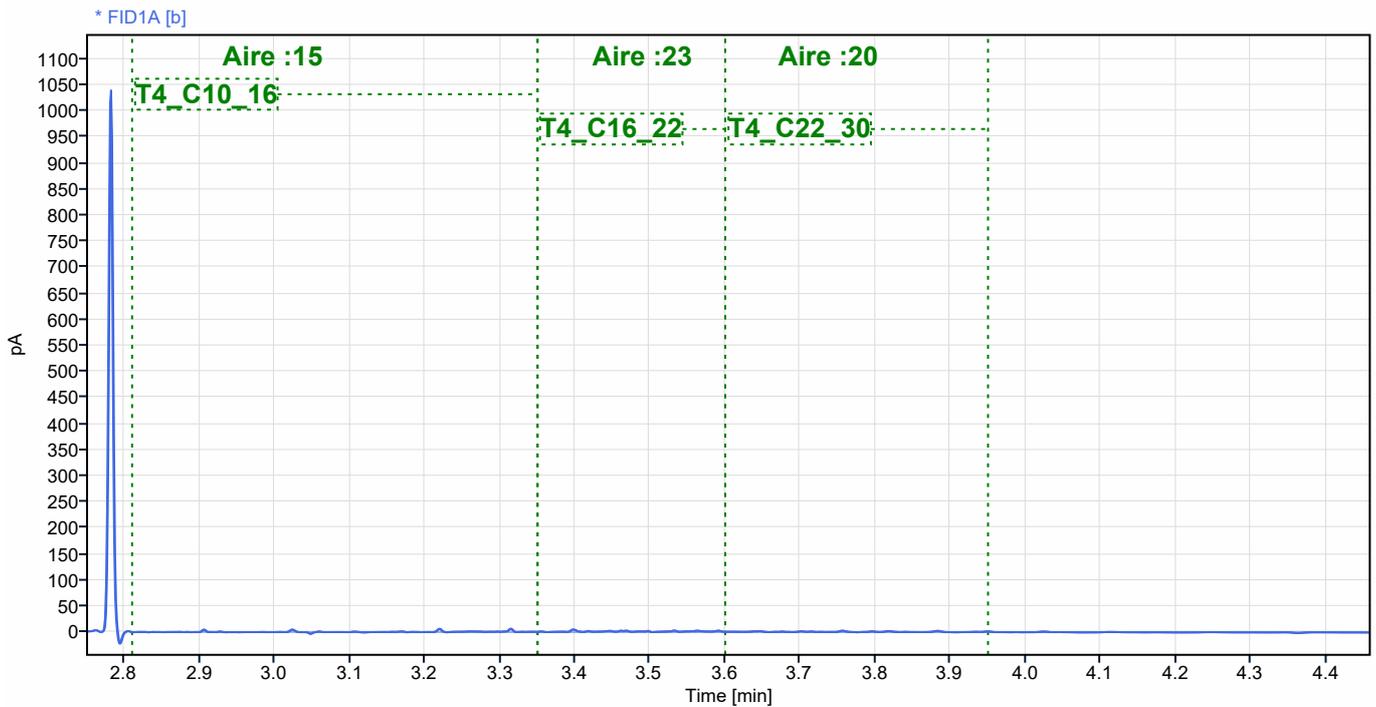
Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

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

Single Injection Report

Sample name:

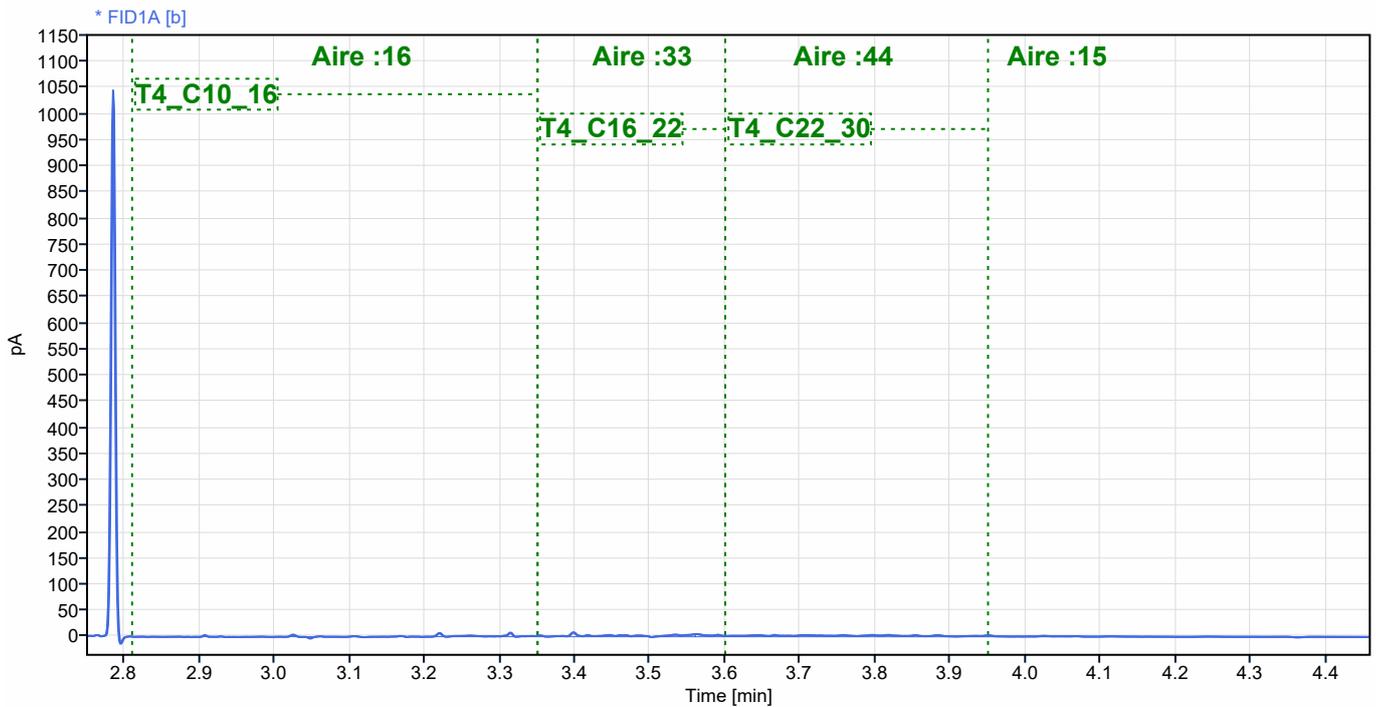
21E136927-001



Single Injection Report

Sample name:

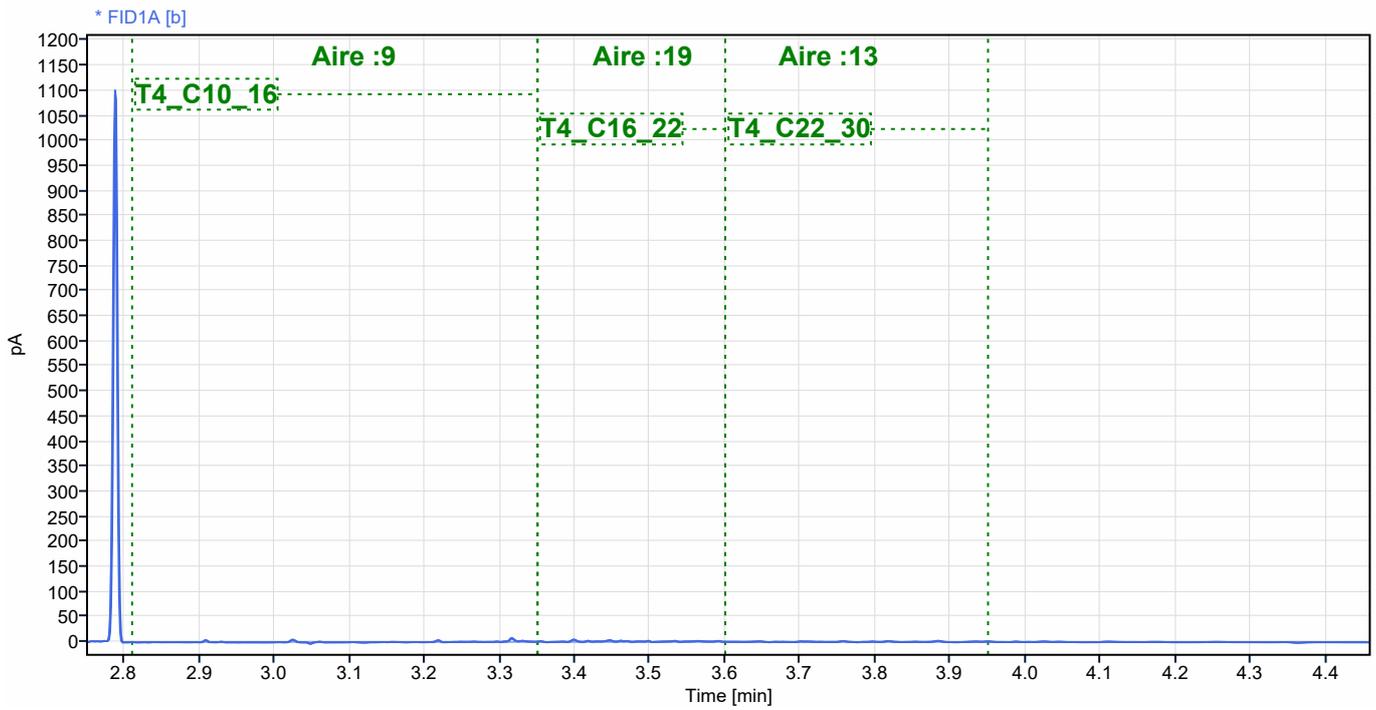
21E136927-002



Single Injection Report

Sample name:

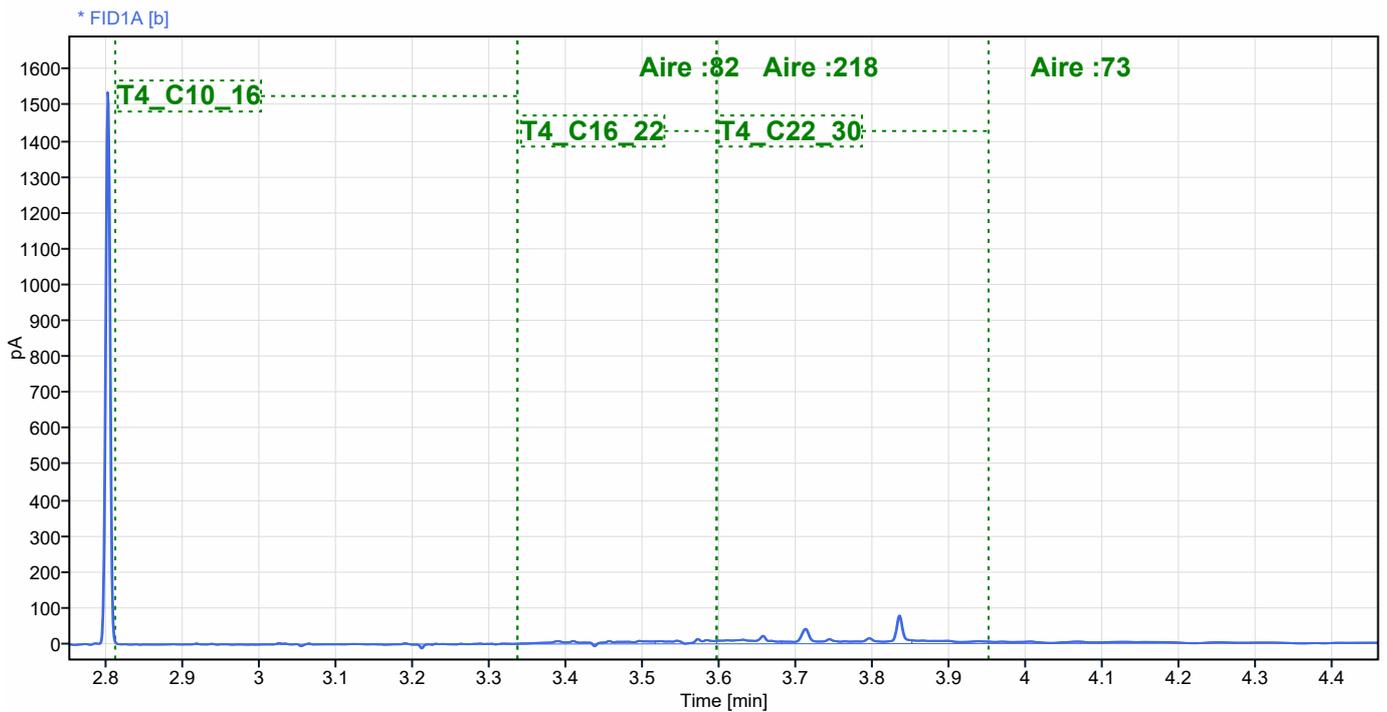
21E136927-003



Single Injection Report

Sample name:

21E136927-004



Rapport d'analyse

ARCADIS Toulouse
Julie GAITA
5 Avenue Pierre-Georges Latécoère
F-31520 RAMONVILLE SAINT AGNE

Page 1 sur 8

Votre nom de Projet : FR0159/J.CISZAK/21-000221_TRMC/9491882/CB
Votre référence de Projet : FR0159/J.CISZAK/21-000221_TRMC/9491882/CB
Référence du rapport SGS : 13532646, version: 1.

Rotterdam, 25-09-2021

Cher(e) Madame/ Monsieur,

Ce rapport contient les résultats des analyses effectuées pour votre projet FR0159/
J.CISZAK/21-000221_TRMC/9491882/CB.

Les analyses ont été réalisées en accord avec votre commande. Les résultats rapportés se réfèrent aux échantillons tels qu'ils ont été reçus à SGS. Le rapport reprend les descriptions des échantillons, la date de prélèvement (si fournie), le nom de projet et les analyses que vous avez indiqués sur le bon de commande. SGS n'est pas responsable des données fournies par le client.

Ce rapport est constitué de 8 pages dont chromatogrammes si prévus, références normatives, informations sur les échantillons. Dans le cas d'une version 2 ou plus élevée, toute version antérieure n'est pas valable. Toutes les pages font partie intégrante de ce rapport, et seule une reproduction de l'ensemble du rapport est autorisée.

En cas de questions et/ou remarques concernant ce rapport, nous vous prions de contacter notre Service Client.

Toutes les analyses sont réalisées par SGS Environmental Analytics B.V., Steenhouwerstraat 15, Rotterdam, Pays Bas. Les analyses sous-traitées ou celles réalisées par les laboratoires SGS en France (99-101 Avenue Louis Roche, Gennevilliers, France) sont indiquées sur le rapport.

A partir du 23 Mars 2021 SYNLAB Analytics & Services B.V. devient SGS Environmental Analytics B.V. Nos agréments SYNLAB Analytics & Services B.V. restent en vigueur et seront mis à jour avec notre dénomination SGS Environmental Analytics B.V.

Veuillez recevoir, Madame/ Monsieur, l'expression de nos cordiales salutations.



Jaap-Willem Hutter
Technical Director

Rapport d'analyse

 ARCADIS Toulouse
 Julie GAITA

 Projet FR0159/J.CISZAK/21-000221_TRMC/9491882/CB
 Référence du projet FR0159/J.CISZAK/21-000221_TRMC/9491882/CB
 Réf. du rapport 13532646 - 1

 Date de commande 13-09-2021
 Date de début 15-09-2021
 Rapport du 25-09-2021

Code	Matrice	Réf. échantillon
001	Sol	Dépôt Bitumineux 1

Analyse	Unité	Q	001
---------	-------	---	-----

broyage - Oui

prétraitement de l'échantillon Q Oui
 matière sèche % massique Q 94.4

METAUX

arsenic	mg/kg MS	Q	3.3
cadmium	mg/kg MS	Q	<0.2
chrome	mg/kg MS	Q	5.9
cuivre	mg/kg MS	Q	1.8
mercure	mg/kg MS	Q	0.05
plomb	mg/kg MS	Q	<10
nickel	mg/kg MS	Q	1.2
zinc	mg/kg MS	Q	<10

HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES

naphtalène	mg/kg MS	Q	<0.07 ¹⁾
acénaphthylène	mg/kg MS	Q	0.08
acénaphthène	mg/kg MS	Q	<0.07 ¹⁾
fluorène	mg/kg MS	Q	<0.07 ¹⁾
phénanthrène	mg/kg MS	Q	0.10
anthracène	mg/kg MS	Q	<0.07 ¹⁾
fluoranthène	mg/kg MS	Q	0.13
pyrène	mg/kg MS	Q	0.11
benzo(a)anthracène	mg/kg MS	Q	0.08
chrysène	mg/kg MS	Q	<0.07 ¹⁾
benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	Q	0.09
benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	Q	<0.07 ¹⁾
benzo(a)pyrène	mg/kg MS	Q	0.10
dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	Q	0.10
benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS	Q	0.07
indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	Q	0.19
Somme des HAP (16) - EPA	mg/kg MS	Q	<1.0 ²⁾

HYDROCARBURES TOTAUX

Hydrocarbures Volatils C5-C10	mg/kg MS	Q	<10
fraction C10-C12	mg/kg MS		29
fraction C12-C16	mg/kg MS		1300
fraction C16-C21	mg/kg MS		3100
fraction aromat. >C6-C7	mg/kg MS	Q	<0.4
fraction aromat. >C7-C8	mg/kg MS	Q	<0.05
fraction aromat. >C8-C10	mg/kg MS	Q	<0.3
fraction aliphat. >C5-C6	mg/kg MS	Q	<0.5
fraction aliphat. >C6-C8	mg/kg MS	Q	<0.6
fraction aliphat. >C8-C10	mg/kg MS	Q	<0.6
fraction C21-C35	mg/kg MS		7500

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

 Paraphe : 

Rapport d'analyse

 ARCADIS Toulouse
 Julie GAITA

 Projet FR0159/J.CISZAK/21-000221_TRMC/9491882/CB
 Référence du projet FR0159/J.CISZAK/21-000221_TRMC/9491882/CB
 Réf. du rapport 13532646 - 1

 Date de commande 13-09-2021
 Date de début 15-09-2021
 Rapport du 25-09-2021

Code	Matrice	Réf. échantillon
001	Sol	Dépôt Bitumineux 1

Analyse	Unité	Q	001
fraction C35-C40	mg/kg MS		1100 ³⁾
hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	Q	13000

LIXIVIATION

Lixiviation 24h - NF-EN-12457-2		Q	#
date de lancement			20-09-2021
L/S	ml/g	Q	10.00
pH final ap. lix.	-	Q	8.80
température pour mes. pH	°C		18.8
conductivité (25°C) ap. lix.	µS/cm	Q	235

ELUAT METAUX

arsenic	mg/kg MS	Q	0.01
cadmium	mg/kg MS	Q	<0.002
chrome	mg/kg MS	Q	<0.01
cuivre	mg/kg MS	Q	<0.02
mercure	mg/kg MS	Q	<0.0005
plomb	mg/kg MS	Q	<0.02
nickel	mg/kg MS	Q	<0.03
zinc	mg/kg MS	Q	<0.1

ELUAT HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES

naphtalène	mg/kg MS		<0.001
acénaphthylène	mg/kg MS		<0.001
acénaphthène	mg/kg MS		<0.001
fluorène	mg/kg MS		<0.0005
phénanthrène	mg/kg MS		<0.0002
anthracène	mg/kg MS		<0.0002
fluoranthène	mg/kg MS		<0.0002
pyrène	mg/kg MS		<0.0002
benzo(a)anthracène	mg/kg MS		<0.0002
chrysène	mg/kg MS		<0.0002
benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS		<0.0002
benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS		<0.0001
benzo(a)pyrène	mg/kg MS		<0.0001
dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS		<0.0002
benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS		<0.0002
indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS		<0.0002
Somme des HAP (10) VROM	mg/kg MS		<0.5
Somme des HAP (16) - EPA	mg/kg MS		<0.008

ELUAT HYDROCARBURES TOTAUX

fraction C5-C6	mg/kg MS		<0.1
fraction C6-C8	mg/kg MS		<0.1
fraction C8-C10	mg/kg MS		<0.1
fraction C10-C12	mg/kg MS		<5

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe :



Rapport d'analyse

ARCADIS Toulouse
Julie GAITA

Projet FR0159/J.CISZAK/21-000221_TRMC/9491882/CB
Référence du projet FR0159/J.CISZAK/21-000221_TRMC/9491882/CB
Réf. du rapport 13532646 - 1

Date de commande 13-09-2021
Date de début 15-09-2021
Rapport du 25-09-2021

Code	Matrice	Réf. échantillon
001	Sol	Dépôt Bitumineux 1

Analyse	Unité	Q	001
fraction C12-C16	mg/kg MS		<5
fraction C16-C21	mg/kg MS		<5
fraction C21-C40	mg/kg MS		<5
Hydrocarbures Volatils C5-C10	mg/kg MS		<0.3
hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS		<20

Paraphe :



Rapport d'analyse

ARCADIS Toulouse
Julie GAITA

Projet FR0159/J.CISZAK/21-000221_TRMC/9491882/CB
Référence du projet FR0159/J.CISZAK/21-000221_TRMC/9491882/CB
Réf. du rapport 13532646 - 1

Date de commande 13-09-2021
Date de début 15-09-2021
Rapport du 25-09-2021

Commentaire

- 1 Limite de quantification élevée en raison d'une dilution nécessaire.
- 2 Limite de quantification de cette somme élevée en raison d'une dilution nécessaire, d'une interférence due à la matrice et/ou d'une faible matière sèche.
- 3 Présence de composants supérieurs à C40, cela n influence pas le résultat rapporté

Paraphe : 

Rapport d'analyse

ARCADIS Toulouse
Julie GAITA

Projet FR0159/J.CISZAK/21-000221_TRMC/9491882/CB
Référence du projet FR0159/J.CISZAK/21-000221_TRMC/9491882/CB
Réf. du rapport 13532646 - 1

Date de commande 13-09-2021
Date de début 15-09-2021
Rapport du 25-09-2021

Analyse	Matrice	Référence normative
broyage	Sol	Méthode interne
prétraitement de l'échantillon	Sol	Sol: conforme à NF EN 16179). Sol (AS3000): Conforme à NEN-EN 16179
matière sèche	Sol	Sol: NEN-EN 15934. Sol (AS3000): AS3010-2 et NEN-EN 15934
arsenic	Sol	Conforme à NEN 6950 (digestion conforme à NEN 6961, mesure conforme à NEN-EN-ISO 17294-2); Méthode interne (digestion conforme à NEN 6961 et équivalent à NF EN 16174, mesure conforme à NEN-EN-ISO 17294-2 et conforme à NF EN 16171)
cadmium	Sol	Idem
chrome	Sol	Idem
cuivre	Sol	Idem
mercure	Sol	Idem
plomb	Sol	Idem
nickel	Sol	NEN-EN-ISO 17294-2, NF EN 16171 (digestion NEN 6961 et NF EN 16174)
zinc	Sol	Conforme à NEN 6950 (digestion conforme à NEN 6961, mesure conforme à NEN-EN-ISO 17294-2); Méthode interne (digestion conforme à NEN 6961 et équivalent à NF EN 16174, mesure conforme à NEN-EN-ISO 17294-2 et conforme à NF EN 16171)
naphtalène	Sol	Conforme à NF EN 16181 et conforme à NF ISO 18287 (extraction par agitation acétone/hexane, GCMS)
acénaphthylène	Sol	Idem
acénaphthène	Sol	Idem
fluorène	Sol	Idem
phénanthrène	Sol	Idem
anthracène	Sol	Idem
fluoranthène	Sol	Idem
pyrène	Sol	Idem
benzo(a)anthracène	Sol	Idem
chrysène	Sol	Idem
benzo(b)fluoranthène	Sol	Idem
benzo(k)fluoranthène	Sol	Idem
benzo(a)pyrène	Sol	Idem
dibenzo(ah)anthracène	Sol	Idem
benzo(ghi)pérylène	Sol	Idem
indéno(1,2,3-cd)pyrène	Sol	Idem
Somme des HAP (16) - EPA	Sol	Conforme à NF-ISO 18287 et XP CEN/TS 16181 (extraction par agitation acétone/hexane, GCMS)
Hydrocarbures Volatils C5-C10	Sol	Conforme à NF EN ISO 16558-1
fraction C10-C12	Sol	Conforme à NF EN ISO 16703 (Extraction par agitation acétone/hexane, purification avec Florisil)
fraction C12-C16	Sol	Idem
fraction C16-C21	Sol	Idem
fraction aromat. >C6-C7	Sol	Conforme à NF EN ISO 16558-1
fraction aromat. >C7-C8	Sol	Idem
fraction aromat. >C8-C10	Sol	Idem
fraction aliphat. >C5-C6	Sol	Idem
fraction aliphat. >C6-C8	Sol	Idem

Paraphe :



Rapport d'analyse

ARCADIS Toulouse
Julie GAITA

Projet FR0159/J.CISZAK/21-000221_TRMC/9491882/CB
Référence du projet FR0159/J.CISZAK/21-000221_TRMC/9491882/CB
Réf. du rapport 13532646 - 1

Date de commande 13-09-2021
Date de début 15-09-2021
Rapport du 25-09-2021

Analyse	Matrice	Référence normative
fraction aliphat. >C8-C10	Sol	Idem
fraction C21-C35	Sol	Conforme à NF EN ISO 16703 (Extraction par agitation acétone/hexane, purification avec Florisil)
fraction C35-C40	Sol	Idem
hydrocarbures totaux C10-C40	Sol	Idem
Lixiviation 24h - NF-EN-12457-2	Sol Eluat	Conforme à NF-EN 12457-2
pH final ap. lix.	Sol Eluat	Conforme à NEN-EN-ISO et NF EN ISO 10523
conductivité (25°C) ap. lix.	Sol Eluat	ISO 7888 et NF EN 27888
arsenic	Sol Eluat	Conforme à NEN-EN-ISO 17294-2
cadmium	Sol Eluat	Idem
chrome	Sol Eluat	Idem
cuivre	Sol Eluat	Idem
mercure	Sol Eluat	Conforme à NEN-EN-ISO 17852, NF EN ISO 17852
plomb	Sol Eluat	Conforme à NEN-EN-ISO 17294-2
nickel	Sol Eluat	Idem
zinc	Sol Eluat	Idem
naphtalène	Sol Eluat	Méthode interne
acénaphtylène	Sol Eluat	Idem
acénaphène	Sol Eluat	Idem
fluorène	Sol Eluat	Idem
phénanthrène	Sol Eluat	Idem
anthracène	Sol Eluat	Idem
fluoranthène	Sol Eluat	Idem
pyrène	Sol Eluat	Idem
benzo(a)anthracène	Sol Eluat	Idem
chrysène	Sol Eluat	Idem
benzo(b)fluoranthène	Sol Eluat	Idem
benzo(k)fluoranthène	Sol Eluat	Idem
benzo(a)pyrène	Sol Eluat	Idem
dibenzo(ah)anthracène	Sol Eluat	Idem
benzo(ghi)pérylène	Sol Eluat	Idem
indéno(1,2,3-cd)pyrène	Sol Eluat	Idem
fraction C5-C6	Sol Eluat	Méthode interne (headspace GCMS)
fraction C6-C8	Sol Eluat	Méthode interne, analyse par GC/MS
fraction C8-C10	Sol Eluat	Idem
Hydrocarbures Volatils C5-C10	Sol	Méthode interne (headspace GCMS)
hydrocarbures totaux C10-C40	Sol Eluat	Méthode interne (extraction hexane, analyse par GC-FID)

Code	Code barres	Date de réception	Date prélèvement	Flaconnage
001	P09348859	15-09-2021	02-09-2021	ALC292
001	P09340115	15-09-2021	02-09-2021	ALC292
001	V8386943	15-09-2021	02-09-2021	ALC201

 Paraphe : 

Rapport d'analyse

ARCADIS Toulouse
Julie GAITA

Projet FR0159/J.CISZAK/21-000221_TRMC/9491882/CB
Référence du projet FR0159/J.CISZAK/21-000221_TRMC/9491882/CB
Réf. du rapport 13532646 - 1

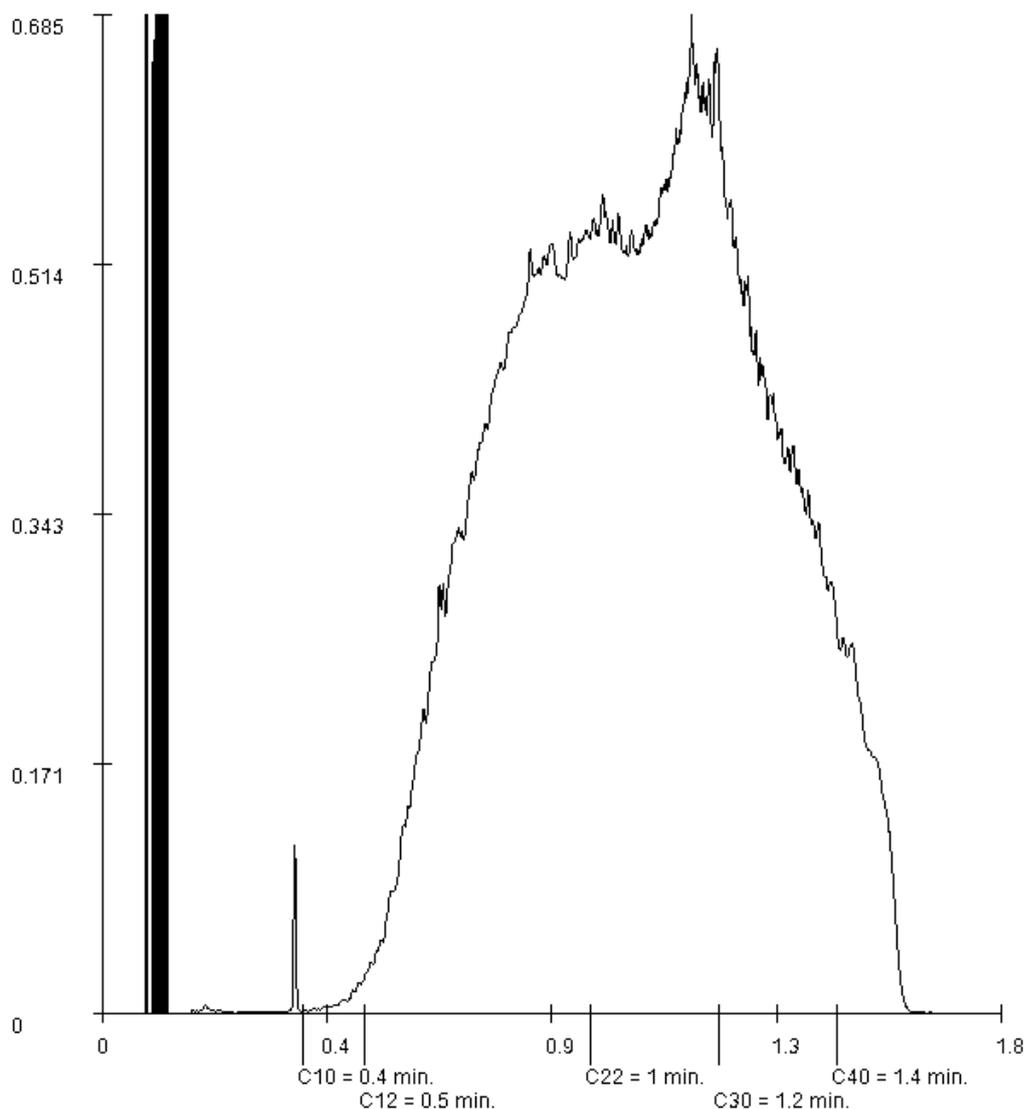
Date de commande 13-09-2021
Date de début 15-09-2021
Rapport du 25-09-2021

Référence de l'échantillon: 001
Information relative aux échantillons Dépôt Bitumineux 1

Détermination de la chaîne de carbone

essence	C9-C14
kérosène et pétrole	C10-C16
diesel et gazole	C10-C28
huile de moteur	C20-C36
mazout	C10-C36

Les pics C10 et C40 sont introduits par le laboratoire et sont utilisés comme étalons internes.



Paraphe : 

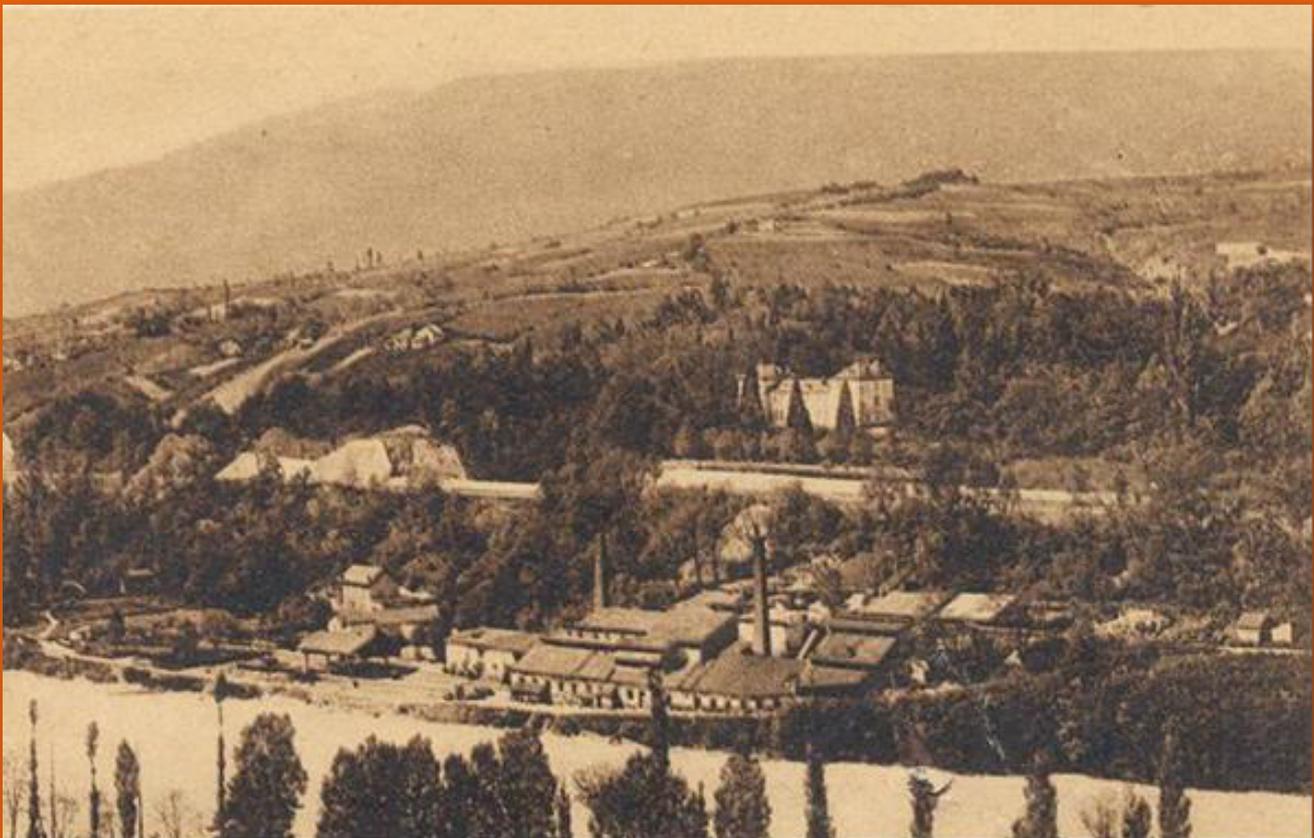
Annexe 6 Diagnostic environnemental complémentaire et mise à jour de l'EQRS

DIAGNOSTIC ENVIRONNEMENTAL COMPLÉMENTAIRE ET MISE À JOUR DE L'EQRS - DOSSIER D'ARRÊT DÉFINITIF DES TRAVAUX MINIERS

Rapport

TRMC (EUROVIA) - SEYSSEL (01)

10 DECEMBRE 2021



Contacts

JULIE CISZAK
Chef de projet

M 06 08 97 97 34
E julie.ciszak@arcadis.com

Arcadis ESG
Le Connect
5 Avenue Pierre-Georges
Latécoère
CS 82120
31522 Ramonville Saint Agne
France

Arcadis est certifiée par le LNE (www.lne.fr) pour le domaine des Sites et Sols Pollués. Cette certification atteste de la conformité des services proposés avec les exigences définies dans le référentiel de certification (Certification de service des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués) et celles des normes françaises NF X 31-620 relatives aux Sites et Sols Pollués de décembre 2018.

Le périmètre de notre certification concerne l'établissement de Paris et les domaines A (Etudes, Assistance et Contrôle), B (Ingénierie des travaux de réhabilitation, C (Exécution des travaux de réhabilitation) et D (Mission ATTES).



Indice	Date	Objet de l'édition/révision	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
A01	10/12/2021	Première diffusion	J. CISZAK/ C. DARRACQ	A. GERARD/ A. BLUSSEAU	F. BARY

SOMMAIRE

GLOSSAIRE	7
RÉSUMÉ NON TECHNIQUE	8
1 INTRODUCTION	12
1.1 Cadre de la mission	12
1.2 Cadre normatif et méthodologique général	14
1.3 Champs de l'étude et limites de prestations générales	15
2 RAPPEL SUCCINCT DU CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL DU SITE	16
2.1 Situation géographique et périmètre d'étude	16
2.2 Rappel et synthèse des investigations environnementales de 2007, 2013 et 2018	17
2.3 Rappel - Données sur les eaux de surface et souterraines au droit du site	20
2.3.1 Hydrologie et hydrogéologie	20
2.3.2 Ouvrages implantés sur le site et analyses réalisées	21
3 PROGRAMME DES INVESTIGATIONS ENVIRONNEMENTALES COMPLEMENTAIRES DE 2021	22
3.1 Investigations réalisées	22
3.2 Programme analytique	23
3.3 Méthodologie d'investigation sur les sols	23
3.4 Méthodologie d'investigation sur le calcaire bitumineux	24
3.5 Méthodologie d'investigation sur les eaux souterraines (résurgences) et superficielles	24
3.6 Méthodologie d'investigation sur les sédiments	25
4 RESULTATS DES INVESTIGATIONS SUR LES SOLS EN JUILLET 2021	26
4.1 Lithologie observée et indices organoleptiques	26
4.2 Critères de comparaison	26
4.3 Résultats analytiques et interprétation	27

4.3.1	Calcaire bitumineux naturel	30
4.3.2	Ancienne usine de Pyrimont	30
4.3.3	Site d'En Chalavray	31
4.3.4	Synthèse des investigations sur le milieu « sols »	32
5	RESULTATS DES INVESTIGATIONS SUR LES EAUX SOUTERRAINES (RÉSURGENCES) ET SUPERFICIELLES – PREMIERE CAMPAGNE	34
5.1	Observations de terrain	34
5.2	Contrôle qualité	34
5.3	Critères de comparaison	34
5.4	Présentation des résultats	35
5.4.1	Résultats et synthèse des investigations sur le milieu « eaux »	39
6	RESULTATS DES INVESTIGATIONS SUR LES SÉDIMENTS	40
6.1	Observations de terrain	40
6.2	Critères de comparaison	40
6.3	Présentation des résultats	40
6.3.1	Synthèse des investigations sur le milieu « sédiments »	43
7	SYNTHESE CONCERNANT LES INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES DE 2021	44
8	DEFINITION DU SCHEMA CONCEPTUEL	46
8.1	Aménagement de la zone d'étude et scénarios étudiés	46
8.2	Sources de pollutions	46
8.3	Voies de transferts et milieux d'exposition	46
8.4	Cibles potentielles	47
8.5	Voies d'exposition	47
8.5.1	Voies d'exposition retenues	47
8.5.2	Voies d'exposition non retenues	47
9	ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES	48
9.1	Méthodologie	48
9.2	Substances retenues pour les calculs de risques et concentrations utilisées	49
9.3	Modélisation des transferts	50

9.4	Calcul de l'exposition	51
9.4.1	Mode de calcul des DJE	51
9.4.2	Synthèse des paramètres d'exposition des cibles	51
9.4.3	Budgets espace-temps	52
9.5	Choix des valeurs toxicologiques de référence	52
9.6	Synthèse des risques calculés	53
9.7	Incertitudes entourant les calculs de risques	53
9.7.1	Incertitudes sur les concentrations prises en compte	53
9.7.2	Incertitudes entourant la sélection des VTR	57
9.7.3	Incertitudes liées à la modélisation des transferts	58
9.7.4	Incertitudes sur les paramètres d'exposition	59
9.7.5	Conclusions sur les incertitudes	61
10	RAPPEL DES HYPOTHESES DE CALCUL	62
11	NOTION DE POLLUTIONS CONCENTREES ET DEMARCHE DE GESTION	63
12	RECOMMANDATIONS	65
12.1	Garder la mémoire du site	65
12.2	Risques transitoires liés à l'usage forestier	65
12.3	Gestion des déblais	65
13	CONCLUSION GENERALE	66
	LISTE DES ANNEXES	70
	LISTE DES FIGURES	
	Figure 1 : Contexte hydrogéologique au droit de la concession de Seyssel	21

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Coordonnées géographiques des sites	16
Tableau 2 - Alentours des deux sites	16
Tableau 3 - Synthèse des résultats des études antérieures	19
Tableau 4 - Programme analytique sur les différentes matrices investiguées	23
Tableau 5 : Résultats analytiques sur les sols	29
Tableau 6 : Tableau des résultats analytiques – Eaux superficielles	37
Tableau 7 : Tableau des résultats analytiques – Eaux souterraines (résurgences)	38
Tableau 8 : Tableau des résultats analytiques – Sédiments	41
Tableau 9 : Concentrations d'entrée des calculs de risques	50
Tableau 10 : Paramètres de transfert retenus	51
Tableau 11 : Paramètres d'exposition retenus	52
Tableau 12 : Budgets espace-temps retenus	52
Tableau 13 : Synthèse des calculs de risques – Scénario promenade	53
Tableau 14 : Concentrations d'entrée des calculs d'incertitudes	56
Tableau 15 : Résultats des calculs d'incertitudes	56
Tableau 16 : Incertitudes liées à la modélisation	59
Tableau 17 : Résultats des calculs d'incertitudes	60

GLOSSAIRE

AEP :	Alimentation en Eau Potable	OEHHA :	Office of Environmental Health Hazard Assessment (agence américaine)
ARR :	Analyse des Risques Résiduels	OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
AEI :	Alimentation en Eau Industrielle	PEHD :	PolyEthylène Haute Densité
ASPITET :	Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Éléments Traces	Pz/PZ :	Piézomètre
ATSDR :	Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Agence américaine)	PzR/PZR :	Piézair
BTEXN :	Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes, Naphtalène	QD :	Quotient de Danger
CNTP :	Conditions Normales de Température et de Pression	RIVM :	Rijksinstituut voor Volksgezondheit en Milieu (agence hollandaise)
COFRAC :	Comité français d'accréditation	TEF :	Facteur d'équivalence toxicologique
COHV :	Composés Organo-Halogénés Volatils (solvants chlorés)	UPDS :	Union des Professionnels de la Dépollution des Sols
DADTM :	Dossier d'arrêt définitif des travaux miniers	US EPA :	United States Environmental Protection Agency
DJE :	Dose Journalière d'Exposition	VTR :	Valeur Toxicologique de Référence
DR :	Dose de Référence	ZNIEFF :	Zone Naturel d'intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique
EQRS :	Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires		
ERI :	Excès de Risque Individuel		
ERU :	Excès de Risque Unitaire		
ETM :	Éléments Traces Métalliques (Arsenic (As), Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Mercure (Hg), Nickel (Ni), Plomb (Pb), Zinc (Zn))		
HAP :	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques		
HC :	Composés constitués d'atomes de carbone et d'hydrogène uniquement. Ce terme est donc utilisé pour désigner les hydrocarbures dits « pétroliers », autrement dit les hydrocarbures aromatiques et aliphatiques.		
HCSP :	Haut Conseil de la Santé Publique		
ICP :	Inductively Coupled Plasma (spectrométrie à plasma à couplage inductif)		
INERIS :	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques		
ISD :	Installation de Stockage des Déchets (I : Inertes, ND : Non dangereux, D : Dangereux)		
ISO :	Organisation internationale de normalisation		
LQ :	Limite de Quantification		

RÉSUMÉ NON TECHNIQUE

Sur la base des avis sollicités par l'Administration auprès de la société GEODERIS et auprès de l'ARS (Agence Régionale de Santé – délégation départementale de l'Ain), la DREAL a mis en suspens l'instruction du dossier dans l'attente d'obtenir des compléments au DADTM. L'arrêté préfectoral en date du 22/02/2021 formalise cette demande.

Pour cela, des études environnementales complémentaires ont été menées les 1^{er} et 2 juillet 2021 ainsi que le 2 septembre 2021. Elles ont concerné les milieux sols, eaux et sédiments. De plus, un échantillon de calcaire bitumineux naturel a été prélevé afin de connaître le bruit de fond naturel local.

Ces études font suite à celles déjà menées en 2007, 2013 et 2018 par Arcadis.

Pour le milieu « **sols** », sept sondages à la pelle mécanique, 4 répartis sur le site d'En Chalavray (non encore investigué jusqu'à la présente étude), afin d'identifier et de prélever l'éventuelle couche de sols remaniés en surface et 3 sur l'ancienne usine de Pyrimont, afin de préciser le potentiel lixiviable des composés hydrocarbures mis en évidence lors des précédentes études. Le calcaire bitumineux, a quant à lui, été prélevé au niveau de l'orifice de la Mine du Château, sur la paroi affleurante.

De plus, afin de préciser l'impact potentiel des anciens travaux sur les milieux « **eaux et sédiments** », quatre prélèvements d'eaux superficielles et deux, d'eaux souterraines (résurgences), ont également été effectués ainsi que trois prélèvements de sédiments, dans les cours d'eau ou résurgences pouvant être en lien avec l'ancienne concession minière. Pour le milieu des eaux, il s'agit de la première campagne menée dans une période de pluviométrie importante.

Les résultats complémentaires ont indiqué :

- Une lithologie cohérente avec les observations passées, à savoir :
 - Sur **l'ancienne usine de Pyrimont** :
 - éventuelle couche de terre végétale, ou encore dalle béton (non rencontrée lors des investigations de 2021) ;
 - remblais sablo-limoneux sur une épaisseur de l'ordre de 0,5 à 1 m ;
 - sables graveleux à limoneux, comprenant parfois des strates bitumineuses, et/ou des passées argileuses sur 1 m à 2 m ;
 - calcaires blancs rencontrés à partir de 1 à 3 m de profondeur environ.
 - Sur le site **d'En Chalavray** :
 - terre végétale en surface jusqu'à 0,3 m / 0,4 m ou merlons sablonneux marron avec présence de blocs de calcaire présents en surface ;
 - calcaire de type craie en surface ou faciès gravelo-sableux (remblais anthropiques) observés jusqu'à 2 m.
- **Pour l'échantillon de calcaire bitumineux** : les résultats ont indiqué une forte présence en hydrocarbures lourds et dans une moindre mesure, la présence de HAP et ETM. Les faibles teneurs mesurées sur les lixiviats indiquent un faible potentiel de migration de ces composés, des sols vers les eaux superficielles et/ou souterraines.

- **Pour le milieu « sols » :**
 - **Site d'En Chalavray :**
 - de fortes teneurs en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ ainsi que dans une moindre mesure la présence d'ETM et de faibles teneurs en HAP ;
 - des teneurs faibles ou à l'état de traces sur les lixiviats indiquant un faible potentiel de lixiviation des sols.
 - **Ancienne usine de Pyrimont :**
 - comme les précédentes investigations, de fortes teneurs en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ et dans une moindre mesure en HAP (les concentrations en HAP demeurant dans tous les cas inférieures aux valeurs de comparaison) ;
 - des teneurs faibles ou à l'état de traces sur les lixiviats indiquant un faible potentiel de lixiviation des sols.

Les teneurs en hydrocarbures observées sur les terrains de surface au droit des deux sites, sont sans doute en lien avec la présence du calcaire bitumineux à l'état naturel, que celui-ci soit affleurant ou remobilisé en surface par des activités anthropiques d'extraction ou de transformation.

- **Pour le milieu « eaux superficielles et souterraines » :**
 - des teneurs toutes inférieures aux limites de quantification du laboratoire ;
 - les traces en HAP mesurées sur le Nant Troublé en 2018, n'ont pas été retrouvées.
- **Pour le milieu « sédiments » :**
 - la présence de plusieurs ETM, d'hydrocarbures et dans une moindre mesure, de HAP en faibles concentrations. Sur l'échantillon de sédiment le plus marqué en hydrocarbures, les fractions d'hydrocarbures les plus lourdes ont été mises en évidence, ces dernières étant les moins solubles et donc faiblement relargables au milieu eau.
 - les échantillons d'eaux superficielles prélevées au droit des mêmes points d'échantillonnage des sédiments (2018 et 2021) ont indiqué l'absence d'impact ;
 - par ailleurs, les échantillons de sols analysés sur le site d'En Chalavray et de l'ancienne usine de Pyrimont, ont indiqué un faible potentiel lixiviable des sols du secteur.

Concernant l'Évaluation Quantitative de Risques Sanitaires (EQRS) :

Le PLU de la commune de Chanay prévoit, au droit du site de l'ancienne usine de Pyrimont, le développement d'une zone naturelle à usage forestier.

En application des recommandations des textes méthodologiques en date d'avril 2017 encadrant la gestion des sites et sols pollués et qui intègre les anciens sites miniers, TRMC a missionné Arcadis pour la réalisation d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires, visant à statuer sur la compatibilité sanitaire de la qualité des sols du site avec l'usage futur tel qu'envisagé par le PLU.

Sur la base des données disponibles et des calculs réalisés, le site, dans son état actuel, est compatible du point de vue sanitaire avec un usage futur de type promenade, et donc avec l'usage futur tel que prévu par le PLU local à savoir une zone naturelle à usage forestier, sans bâtiment.

Les hypothèses de calculs et les recommandations énoncées en chapitres 10 et 12 devront être respectées.

Par ailleurs, aucune mesure de gestion n'est envisagée au droit du site (excavations, recouvrement...) au regard de :

- la nature locale des terrains (calcaires bitumineux) et de leurs caractéristiques chimiques ;
- l'acceptabilité des niveaux de risques sanitaires en l'état (voir conclusion de l'EQRS) ;
- l'absence de potentiel de lixiviation identifié pour les ETM ;
- l'absence de procédé historiquement employé au droit du site d'étude et qui pourrait expliquer des concentrations ponctuellement plus élevées en ETM.

Les calculs d'incertitudes réalisés, selon des approches particulièrement majorantes, pourraient conduire à des mesures de gestion visant à traiter, recouvrir ou substituer les concentrations les plus importantes en arsenic mesurés dans les sols. La mise en œuvre d'éventuelles mesures de gestion doit toutefois rester proportionnée aux enjeux.

Néanmoins, dans le cas présent, et compte-tenu de l'usage futur du site comme zone naturelle à usage forestier, où le couvert végétal naturel et la litière forestière vont, a fortiori, fortement limiter les possibilités de contact direct avec les sols, et donc leur ingestion potentielle, ces mesures de gestion ne sont pas jugées nécessaires. Par ailleurs, traiter les sols présentant les concentrations les plus importantes en arsenic ne présagerait pas qu'il demeure des concentrations supérieures ailleurs sur le site, l'impact en métaux étant probablement diffus et hétérogène.

La pertinence de mettre en œuvre des actions de gestion ciblées pourrait se poser en cas d'aménagement d'aires de jeux spécifiques (ce qui n'est actuellement pas prévu). Dans cette éventualité, il ne s'agirait en aucun cas de réhabiliter l'ensemble de la zone d'étude mais d'éviter que les futures cibles puissent entrer en contact prolongé avec les teneurs les plus élevées et localisées en arsenic à savoir au droit de :

- PM3 (1-1.3) = 330 mg/kg
- PM2 (1-1.2) = 210 mg/kg
- PM3 (0-1) = 190 mg/kg
- Z2F4 = 150 mg/kg
- PM19quin = 85,8 mg/kg
- PM14 = 81 mg/kg
- PM6 = 74 mg/kg

A cet effet, d'une part l'aménagement d'aires de jeux au droit des zones concernées par ces sondages devrait donc être évité, d'autre part l'aménagement de telles aires de jeu en d'autres lieux sur le site devrait par principe précaution être précédé d'une caractérisation des métaux

au droit de la zone concernée en amont du projet afin de confirmer sa compatibilité ou de l'adapter / déplacer.

Toutefois, à noter que dans le cadre de la mise en sécurité du site et des installations minières, il est prévu que TRMC réalise au droit de l'ancien site de l'usine de Pyrimont des travaux consistant en un talutage de l'ancien mur de l'usine avec mise en œuvre d'une couche de forme pour supprimer le risque de chute et remodeler le site pour un retour au profil naturel du terrain.



1 INTRODUCTION

1.1 Cadre de la mission

Annexe 1 - Arrêté préfectoral de suspension en date du 22/02/2021

Conformément à l'article L.163-2 du code minier (actualisé au 18/05/2018), la société TRMC (filiale d'EUROVIA) a transmis un dossier de Déclaration d'Arrêt Définitif des Travaux Miniers (nommé DADTM) du site de Seyssel (01) en mars 2020 à la préfecture de l'Ain et à la DREAL Auvergne Rhône-Alpes (complété par un résumé non technique, transmis en mai 2020).

Le DADTM déposé :

- concernait les travaux miniers, situés dans le département de l'Ain, dans le périmètre de l'ancienne concession de calcaires bitumineux de Seyssel ;
- ne concernait pas les travaux miniers de la concession de calcaire bitumineux de Seyssel située, dans le département voisin de Haute-Savoie et ayant déjà fait l'objet d'un donné-acte par l'Administration française.

Sur la base des avis sollicités par l'Administration auprès de la société GEODERIS et auprès de l'ARS (Agence Régionale de Santé – délégation départementale de l'Ain), la DREAL a mis en suspens l'instruction du dossier dans l'attente d'obtenir des compléments au DADTM. L'arrêté préfectoral daté du 22/02/2021 (Annexe 1) formalise cette demande.

L'Administration a donc sollicité en complément :

- des recherches complémentaires de documents d'archives afin de compléter les cartographies du dossier ;
- la révision de l'étude d'aléas afin de tenir compte du guide d'évaluation des aléas miniers de l'INERIS mis à jour en 2018, et de répondre à différentes remarques formulées ou compléments demandés ;
- la réalisation d'investigations complémentaires au droit de l'ancienne concession de Seyssel afin de :
 - caractériser les sols et le potentiel lixiviable de ces sols au droit des anciennes zones d'extraction de surface du site d'En Chalavray ;
 - caractériser les sols et le potentiel lixiviable de ces sols au droit de l'ancienne usine de Pylimont ;
 - compléter la compréhension des voies de transfert de polluants potentiellement existantes via les eaux transitant par les anciens travaux miniers et les différents cours d'eau présents dans le secteur d'étude.

Selon ces prescriptions, TRMC a mandaté Arcadis pour la réalisation d'études environnementales et minières complémentaires sur la concession d'asphaltes de Seyssel (01) afin de mettre à jour le dossier d'arrêt des travaux miniers.

Les missions faisant l'objet du présent rapport correspondent à la réalisation :

- d'**investigations complémentaires** sur les sols, les eaux superficielles et souterraines (résurgences) et les sédiments. Les sites d'En Chalavray, de l'ancienne usine de Pylimont, les deux galeries des Lades et de la Mine du Château ainsi que leurs alentours ont été ciblés pour ces investigations ;

- de la **mise à jour de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS)**, selon les commentaires de l'Administration (notamment l'ARS et l'expert minier mandaté par la DREAL : GÉODÉRIS).

Les objectifs des investigations complémentaires présentées dans le présent rapport sont :

- pour les **sols** :
 - sur **l'ancienne usine de Pyrimont** : évaluer le potentiel lixiviable des polluants (hydrocarbures et HAP) ayant été identifiés sur site lors du diagnostic réalisé par Arcadis en 2018 ;
 - sur le site **d'En Chalavray** : caractériser le bruit de fond local sur l'éventuelle couche de sols remaniés en surface et les calcaires bitumineux (terrain naturel) sous-jacents ;
- pour les **eaux souterraines (résurgences) et superficielles** : préciser l'impact potentiel des anciens travaux miniers sur ces milieux en raison de la détection de traces de HAP au niveau du ruisseau le Nant Troublé lors de l'étude de 2018.
D'après les données de la station de Crempigny-Bonneguête, station-météorologique la plus proche, localisée à environ 5 km au sud-est du Seyssel, la première des deux campagnes prévues en 2021 a été réalisée le 02 juillet 2021, en période relativement pluvieuse, cohérente avec les données bibliographiques historiques (périodes de 2018 à 2020). La semaine précédente à l'intervention, entre le 24 et le 30 juin, un cumul de 12,2 mm a été comptabilisé.
La seconde campagne a été menée en septembre 2021 et fait l'objet d'une note séparée, référencée AFR0159-RPT-21.00221.002-NOT-A01 du 08/10/2021.
- pour les **sédiments** : préciser l'impact potentiel des anciens travaux miniers sur ce milieu.

Les objectifs de la mise à jour de l'**EQRS** sont :

- de mettre à jour les VTR (Valeurs Toxicologiques de Référence) pour tenir compte de toute évolution de ces valeurs de référence depuis la rédaction de l'étude en 2019 ;
- d'intégrer les résultats des données issues des investigations complémentaires réalisées au droit de l'ancienne usine dans le cadre d'une mise à jour des calculs de risques sanitaires ;
- d'apporter des réponses aux remarques formulées par GEODERIS. À cet effet, une discussion concernant la quantité de sols ingérée par les cibles dans le cadre de l'estimations des niveaux de risques sera notamment présentée dans le chapitre relatif aux incertitudes ;
- d'intégrer, si pertinent pour le site d'étude, des mesures simples de gestion préconisées le cas échéant par l'ARS (exemple : mise en place d'une clôture autour du site d'étude) ;
- de considérer l'ensemble des résultats sur le milieu « eaux de surface » obtenus à la suite des deux campagnes de prélèvements, et de réévaluer (si pertinent) leurs implications en termes de risques sanitaires.

Ce rapport, indissociable de ses annexes, présente dans une première partie les résultats des investigations environnementales complémentaires réalisées sur les sols, les eaux ainsi que les sédiments les 1^{er} et 2 juillet 2021.

La seconde partie du rapport présente la mise à jour de l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires réalisée en application des recommandations des textes méthodologiques en date d'avril 2017 encadrant la gestion des sites et sols pollués, et qui intègre les anciens sites miniers.

L'EQRS est effectuée sur la base de l'ensemble des données disponibles pour les usages envisagés au droit du site par les documents d'urbanisme en vigueur. Sur la base du PLU du Chanay (approuvé le 28/09/2017), il est prévu au droit du site de l'ancienne usine de Pyrimont, le développement d'une zone naturelle à usage forestier.

1.2 Cadre normatif et méthodologique général

Notre étude a été réalisée conformément aux prescriptions et méthodologies décrites dans :

- L'offre technique et financière, FR0121.000221_EUROVIA_COMPLEMENTS_DADTM_SEYSSSEL_phase1_V2 du 19/03/2021 ;
- les circulaires du 8 février 2007 de la Ministre de l'Ecologie concernant les modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués, révisées en avril 2017 ;
Les prestations à réaliser correspondent en tout ou partie à :
 - Mise en œuvre d'un programme d'investigations et interprétations des résultats (DIAG)
 - Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols (A200)
 - Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines (A210)
 - Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux superficielles (A220)
 - Interprétation des résultats des investigations (A270)
 - Analyse des enjeux sanitaires (A320)
- les normes suivantes relatives aux protocoles et techniques d'échantillonnage dans le sous-sol :
 - NF EN ISO 25177 (2019-10-16) - Qualité du sol - Description du sol sur le terrain
 - NF EN ISO 5667-3 (2018-06-13) - Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 3 : conservation et manipulation des échantillons d'eau
 - ISO 5667-12:2017 (2017-07-01) - Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 12: Recommandations concernant l'échantillonnage des sédiments dans les rivières, les lacs et les estuaires
 - NF EN ISO 5667-15 (2009-10-01) - Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 15 : lignes directrices pour la conservation et le traitement des échantillons de boues et de sédiments
 - NF EN ISO 5667-1 (2007-03-01) - Qualité de l'eau - Échantillonnage - Partie 1 : lignes directrices pour la conception des programmes et des techniques d'échantillonnage
- les guides méthodologiques :
 - Guide "Diagnostic de site" version 0 du 08/02/07 du Ministère de l'Ecologie (actuellement MTE)

1.3 Champs de l'étude et limites de prestations générales

Le périmètre de la présente étude concerne les pollutions chimiques des sols, des eaux souterraines et superficielles ainsi que des sédiments. Il ne traite pas des pollutions par des substances radioactives, par des agents pathogènes, par l'amiante ou par des engins pyrotechniques.

Le présent diagnostic ne concerne également pas la caractérisation géotechnique des sols et autres matériaux.

Par ailleurs, précisons que des investigations de caractérisation environnementale sont conditionnées par de nombreux facteurs, et notamment :

- pertinence et fiabilité des données existantes ;
- accessibilité et configuration de certaines installations potentiellement polluantes à reconnaître (anciens réservoirs de stockage enterrés par exemple) ;
- occupation du sol ne permettant pas d'atteindre des zones à investiguer situées, par exemple, dénivelé trop important ;
- hétérogénéité naturelle et/ou anthropique du milieu souterrain ;
- représentativité des analyses effectuées en laboratoire (représentativité de la prise élémentaire pour analyse par rapport à l'échantillon prélevé).

En conséquence, un constat basé sur des prélèvements ponctuels (discrétisation) ne peut raisonnablement pas prétendre à une détermination exhaustive des caractéristiques du sous-sol et de son encombrement, et ne permet donc pas d'évaluer précisément les volumes de sols contaminés.

De plus, un diagnostic environnemental ne permet pas, hors éventuelles pollutions concentrées et circonscrites à des zones limitées dont la priorité est la suppression, de statuer sur la nécessité d'entreprendre des actions de réhabilitation. En effet, il n'existe pas en France, de valeur limite définissant des seuils de pollution pour envisager une réhabilitation de site. Ceux-ci sont étudiés au cas par cas sur la base de calcul de risques sanitaires (EQRS mise à jour, présentée en seconde partie du présent rapport) et/ou d'un plan de gestion.

Le diagnostic environnemental permet d'orienter les éventuelles actions à mettre en œuvre (diagnostic complémentaire, monitoring, plan de gestion, etc.) sur la base d'un schéma conceptuel et de l'analyse qualitative des enjeux sanitaires associée.

2 RAPPEL SUCCINCT DU CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL DU SITE

2.1 Situation géographique et périmètre d'étude

Annexe 2 - Plans de localisation des sites

La concession d'asphalte de Seyssel est située à cheval sur le département de l'Ain (01) et celui de la Haute-Savoie (74). Elle couvre une superficie de 5116 ha.

L'exploitation du gisement de calcaire bitumeux qui a débuté en août 1797 a pris son essor au cours du XIX^{ème} siècle avant de s'arrêter définitivement en 1976.

Dans le département de l'Ain, les travaux miniers s'étendaient sur les communes de Chanay et de Surjoux. Les terrains de surface situés à la verticale des travaux miniers sont inoccupés, inconstructibles et situés en pleine nature.

Les premières habitations sont situées à environ 300 mètres à l'est du site (en rive gauche, sauf pour le château des Lades qui n'est plus habité et est situé à environ 120 m à l'ouest).

La présente étude concerne les terrains d'emprise des installations de l'ancienne usine de Pymont, situés sur les bords du Rhône, à une altitude d'environ 260 m NGF (partie la plus proche du Rhône) et le site d'En Chalavray de l'ordre d'une surface de 5000 m², localisé à une altitude d'environ 360 m NGF.

Les coordonnées géographiques en Lambert 93 de chaque site (centre du site) sont les suivantes :

Coordonnées	Ancienne usine de Pymont	Site d'En Chalavray
X	917 056 m	916 696 m
Y	6 549 725 m	6 549 953 m

Tableau 1 - Coordonnées géographiques des sites

Les alentours directs des deux sites sont caractérisés par les activités et structures suivantes :

Direction	Ancienne usine de Pymont	Site d'En Chalavray
Nord	Zone fortement boisée	Route de Pymont puis zone fortement boisée
Sud	Zone fortement boisée et l'ancienne maison du directeur de l'usine	Zone fortement boisée
Est	Le Rhône, qui s'écoule en direction du sud	
Ouest	La voie ferrée SNCF	

Tableau 2 - Alentours des deux sites

La localisation des deux sites est consultable en Annexe 2.

2.2 Rappel et synthèse des investigations environnementales de 2007, 2013 et 2018

Annexe 3 - Implantation et résultats des anciennes investigations de 2007, 2013 et 2018

Des investigations environnementales ont été menées au droit de l'usine de Pymont par Arcadis :

- en juin 2007, afin de caractériser la qualité des sols ;
- en novembre 2013, afin de compléter la caractérisation la qualité des sols au droit de l'ancienne usine selon un maillage plus fin ;
- et en avril 2018, afin de compléter la caractérisation la qualité des sols au droit de l'ancienne usine selon un maillage plus fin pour les besoins de l'EQRS et afin de réaliser des échantillons sur la matrice eau (résurgences et eaux superficielles).

Rappel :

Les zones investiguées en juin 2007 et en novembre 2013 étaient localisées au droit des anciens ateliers de transformation ainsi que des zones de transfert et de stockage des produits extraits et conditionnés.

A noter par ailleurs que des excavations partielles avaient été réalisées à la pelle mécanique dans 3 zones distinctes où une pollution visuelle (de type asphalte (bitume naturel) principalement) avait été détectée. Le stockage des terres avait été temporairement fait sur une bâche polyane située à proximité de chaque zone excavée. Les terres excavées de la partie basse de l'usine avaient été stockées sur les anciens bacs de bitume. La profondeur moyenne d'excavation était d'environ 0,5 m à 0,7 m pour la zone haute et 0,2 m pour la zone basse pour un volume total d'environ 130 m³.

Les plans d'implantation des investigations passées sont joints pour mémoire en Annexe 3. Les rapports présentant les résultats de ces trois phases d'investigations sont :

- Le rapport issu du « dossier d'arrêt définitif des travaux miniers dans l'Ain – Mémoire » (référéncé 815.05.0007.E.P3.A en date du 04/11/07), présentant les résultats des investigations de 2007, réalisées sur les sols ;
- Le rapport intitulé « Diagnostic et caractérisation de la qualité des sols sur l'usine de Pymont » (référéncé 0113-002200-DIA-02-RPT-B01, en date du 25/09/2014) ;
- Et enfin, le rapport intitulé « Investigations environnementales complémentaires, EQRS » (référéncé AFR0147-RPT-81.00301.001-RPT-B01, en date du 25/09/2019).

Les principaux résultats et conclusions de ces études sont présentés dans le Tableau 3 ci-après.

Nous rappelons que l'ensemble des investigations menées par Arcadis sur la période 2007-2018 au droit des sols, a été mené sur l'ancienne usine de Pymont. Aucune investigation n'a été réalisée le site d'En Chalavray.

Date	Matrice sol Sols	Matrice Eaux	Synthèse
2007	<p>Hydrocarbures : teneurs remarquables (entre 2,2 et 3,4 g/kg) dans les sols situés sur la tranche 0 à 0,5 m dans l'atelier 2 dans une bande de sol non dallée ainsi que sur le point situé en dehors du bâtiment au droit de S6 [2 à 2,5 m]. Les concentrations en hydrocarbures observées dans les terrains de surface (2 à 3 g/kg) sont de l'ordre de grandeur de ce qu'il est possible de trouver dans le calcaire bitumeux, il n'y a donc pas vraiment d'anomalie par rapport au fond géochimique local puisque ce dernier est affleurant dans la zone de la concession. Les hydrocarbures observés dans les terrains de surface sont toutefois vraisemblablement reliés aux activités passées exercées sur le site. Les coupes réalisées montrent que ce sont très majoritairement des fractions lourdes (au-delà de C₁₆), donc peu volatiles et qui ne disposent pas de Valeur Toxicologique de Référence par inhalation (VTR) ; en revanche tous ces hydrocarbures sont toxiques par ingestion.</p> <p>Phénols et HAP, ils ne sont présents qu'au droit de S5 [1 à 1.4 m] dans l'atelier 2, avec 0,5 mg phénol/kg et environ 1 mg HAP/kg.</p> <p>ETM, les espèces chimiques sont indétectables à l'analyse ICP. L'analyse par spectrométrie de masse plus précise, a permis de mettre en évidence la présence de quelques ETM dans les sols à des concentrations ordinaires, à l'exception des sols au droit de S5 [1 à 1,4 m] dans l'atelier 2 qui présentent une anomalie en plomb (240 mg/kg).</p> <p>A noter qu'à défaut de bruit de fond local, c'est l'étude ASPITET qui sert de critère de référence pour la comparaison des concentrations. Ainsi, seuls le cuivre (70 mg/kg au droit de S5 [1 à 1,4 m]), le mercure (0,2 mg/kg au droit de S5 [0,5 à 1 m]) et le plomb (240 mg/kg au droit de S5 [1 à 1,4 m]) présentent des concentrations supérieures aux gammes de valeurs ASPITET. Le mercure est le seul métal volatil aux conditions normales de températures et de pressions, mais il est détecté à l'état de traces peu significatives.</p> <p>Par ailleurs, pour apprécier la mobilité des ETM et le risque d'impact sur les eaux, un test de lixiviation a été réalisé. Il montre que les ETM sont peu ou pas lixiviables.</p>	Pas d'échantillons sur cette matrice	<p>Ainsi, globalement, au niveau de l'atelier 2, le sol est légèrement marqué en hydrocarbures. Des teneurs notables en cuivre, mercure et plomb sont mises en évidence au droit de S5. En revanche, au niveau de l'atelier 1, le sol est peu marqué. ETM peu ou pas lixiviables.</p>
2013	<p>Hydrocarbures C₁₀-C₄₀ : teneurs significatives, avec jusqu'à 4,1 mg/kg sur la zone haute (bacs de stockage + zone 1 de l'excavation) et entre 0,2 et 1,2 mg/kg sur la zone basse au niveau des anciens ateliers et de l'ancienne forge. La répartition plutôt aléatoire des concentrations mesurées souligne le caractère hétérogène du marquage « hydrocarbures » sur le plan spatial. Le double échantillonnage réalisé au niveau des anciens bacs de stockage (zone haute) semble montrer une stratification des concentrations en hydrocarbures : plus importantes en surface, elles diminuent en profondeur. Cette hypothèse n'est pas vérifiable au niveau des anciens ateliers (zone basse).</p> <p>ETM sur brut : Les dépassements constatés sur les ETM au regard des valeurs de comparaison considérées en 2013 (charte FNADE) sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ l'arsenic : les dépassements constatés concernent : <ul style="list-style-type: none"> ➤ en zone haute : les sondages PM2, PM3, PM4 et PM5 au niveau des anciens bacs de stockage ainsi que la zone 1 jusqu'à une 	Pas d'échantillons sur cette matrice	<p>Existence d'une problématique en lien avec les hydrocarbures au droit du site. Si la mise en évidence de teneurs notables en hydrocarbures pouvait être attendue au vu du contexte géologique local (calcaire bitumineux affleurant au droit du site d'étude), les concentrations observées dans les terrains de surface sont toutefois vraisemblablement d'origine anthropique (concentration de ces composés du fait des anciennes activités du site) ;</p> <p>Existence d'un bruit de fond en ETM au droit du site, avec certaines teneurs dépassant les bruits de fond de référence (pour le plomb, l'arsenic, le mercure, et le cuivre). Les ETM mis en évidence présentent toutefois un caractère peu lixiviable ;</p> <p>Absence de problématique en lien avec les phénols, les PCB et les HAP, sur la base des données disponibles.</p>

Date	Matrice sol Sols	Matrice Eaux	Synthèse
	<p>concentration maximale de 330 mg/kg ;</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ en zone basse : les sondages PM6, PM8 et PM15 ainsi que la zone 2 excavée correspondant à l'ancienne forge jusqu'à une concentration maximale de 150 mg/kg. ▪ le mercure : les dépassements concernent exclusivement la zone des anciens ateliers au niveau des sondages PM6 et PM8 jusqu'à une concentration maximale de 53 mg/kg ; ▪ le plomb : comme pour le mercure, les dépassements concernent les sondages PM6 et PM8 jusqu'à une concentration maximale de 370 mg/kg. <p>L'arsenic est présent à l'échelle globale du site alors que les concentrations les plus importantes en mercure et en plomb ont été relevées au niveau des anciens ateliers.</p> <p>Les ETM présents dans les sols ne sont pas lessivables (l'ensemble des concentrations en ETM relevées sur lixiviats présentent des teneurs inférieures aux seuils ISDI). De plus, aucun dépassement n'a été constaté pour les ETM suivants : cadmium, chrome, cuivre, zinc.</p> <p>Phénols et HAP, des teneurs en HAP ont été ponctuellement détectées sur les zones ayant fait l'objet d'investigations (zones 1 à 3) mais à des concentrations très en-dessous des valeurs de comparaison considérées.</p> <p>PCB, les mesures en PCB réalisées sur la zone de l'ancien transformateur sont toutes inférieures à la limite de quantification du laboratoire.</p>		
2018	<p>Existence d'une problématique liée aux hydrocarbures (dont les HAP) au droit du site (ancienne usine de Pyrimont), en lien avec le bruit de fond naturel (calcaires bitumineux) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les fractions majoritaires correspondent aux C₂₂-C₄₀ (fractions non volatiles). Les HAP sont mis en évidence dans les sols caractérisés, sans toutefois présenter de dépassements des seuils d'acceptation en ISDI. • La répartition des teneurs en hydrocarbures montre des zones présentant des concentrations de l'ordre de 1 200 à 4 400 mg/kg pour la somme des HC C₁₀-C₄₀ au droit de l'ancienne usine. <p>Existence d'un bruit de fond en ETM : avec des dépassements d'une ou plusieurs valeurs de comparaison au droit de la majorité des sondages (gamme ASPITET correspondant aux valeurs couramment observées dans les sols ordinaires de toutes granulométries). Les concentrations sur lixiviats pour l'arsenic, le mercure et le plomb restent toutefois inférieures aux seuils d'acceptation en ISDI, et ne témoignent pas d'un potentiel important de migration de ces ETM vers les eaux superficielles et/ou souterraines.</p> <p>Les PCB ont été analysés à titre de vérification dans les sols prélevés en PM30 et PM31, implantés en périphérie de l'emplacement de l'ancien transformateur de l'usine. Toutes les teneurs pour sont inférieures aux limites de quantification. Les COHV ont également été analysés à titre de vérification au droit des sols prélevés en PM19 à PM19quin, ainsi qu'en PM20, PM21, et PM25. Ces sondages sont implantés en périphérie de l'emplacement de l'ancienne forge. Toutes les teneurs pour sont inférieures aux limites de quantification.</p>	<p>Détection d'HAP (majoritairement à l'état de traces, et uniquement dans les échantillons prélevés au niveau du Nant Troublé en aval du site, et du Rhône en amont du site). Les résultats analytiques ne mettent pas en évidence d'impact significatif sur les eaux superficielles (notamment au niveau du Rhône aval où aucun des composés recherchés n'est détecté).</p> <p>Absence de composés COHV (teneurs pour sont inférieures aux limites de quantification).</p>	<p>Existence d'une problématique liée aux hydrocarbures au droit du site, en lien avec le bruit de fond naturel (calcaires bitumineux).</p> <p>Existence d'un bruit de fond en ETM.</p> <p>Absence de problématique en lien avec les PCB et les COHV, sur la base des données disponibles.</p>

Tableau 3 - Synthèse des résultats des études antérieures

2.3 Rappel - Données sur les eaux de surface et souterraines au droit du site

2.3.1 Hydrologie et hydrogéologie

L'environnement hydrogéologique des mines d'asphaltes est de type karstique. Dans ce contexte hydrogéologique, il n'existe pas de nappe. En effet, en système karstique, les écoulements souterrains empruntent les réseaux de fractures et les réseaux de dissolution pour cheminer à l'intérieur de la roche calcaire par nature imperméable.

A partir de Pyrimont, du fait du débouché du Rhône des gorges de Génissiat, une petite terrasse alluviale longe les berges du fleuve comme le montre la Figure 1 ci-après. Des eaux souterraines en liaison avec le Rhône cheminent dans ces bandes de dépôts alluvionnaires qui constituent l'aquifère de la nappe libre. Le site de l'usine est situé 2 mètres au-dessus du niveau moyen du Rhône.

La véritable nappe d'accompagnement du Rhône se rencontre dans le complexe alluvionnaire à 6 km à l'aval de Pyrimont, à l'écart des travaux miniers souterrains, au niveau du bourg de Seyssel.

Les travaux miniers situés dans le département de l'Ain ne sont en effet pas en contact avec la nappe d'accompagnement car ils ont été creusés à une altitude bien supérieure dans les calcaires du massif montagneux (calcaires urgoniens d'après la carte géologique de SEYSEL XXXIII-30 au 1/50000^{ème}).

L'entité hydrogéologique des calcaires du Secondaire, karstique, est présente en affleurement ou sous les formations du Tertiaire (grès de l'Eocène, sables et conglomérats de l'Oligocène, molasse du Miocène) et du Quaternaire (formations fluvio-glaciaires, morainiques et alluvionnaires).

La recharge se fait par l'intermédiaire des précipitations au niveau des affleurements des calcaires. Ces précipitations sont spatialement très inégalement réparties sur le territoire de la masse d'eau. L'altitude est également un facteur d'augmentation de la pluviométrie. A côté de cette source principale d'apports, des pertes au niveau de cours d'eau peuvent alimenter la masse d'eau.

Les exutoires correspondent à des sources de débordement réparties en périphérie du massif au contact entre Jurassique et Crétacé ou le long de grandes failles drainant la masse d'eau.

Des résurgences importantes sont aussi présentes au contact des marnes oxfordiennes. In fine, ces sources et résurgences alimentent les cours d'eau.

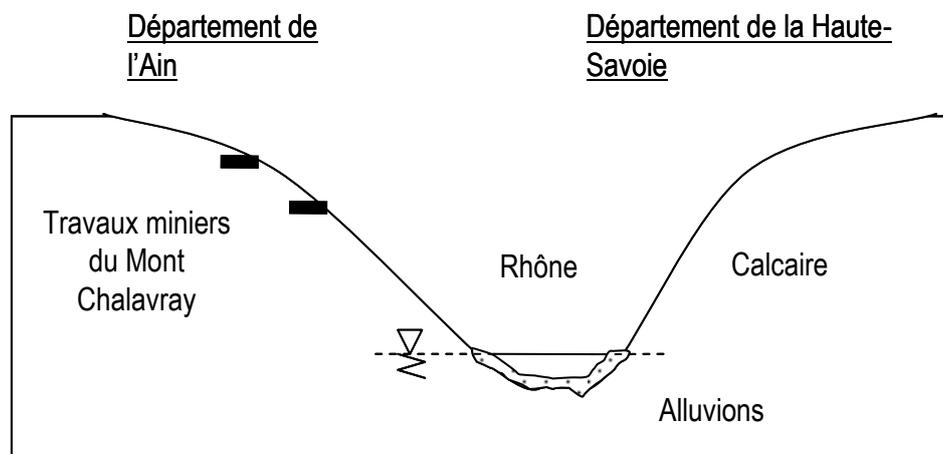


Figure 1 : Contexte hydrogéologique au droit de la concession de Seyssel

Du fait de sa nature karstique, la masse d'eau est définie par de fortes hétérogénéités de ses caractéristiques hydrodynamiques. D'après les données issues de la bibliographie, Les vitesses d'écoulement sont très variables (en fonction de la géométrie et de l'indice de fracturation), mais l'ordre de grandeur est de plusieurs centaines de mètres par jour (lorsqu'écoulements il y a).

La zone non saturée peut être d'une puissance importante. La vulnérabilité de la masse d'eau peut être par endroit très élevée du fait de l'absence totale de couverture et de l'affleurement de la masse d'eau (résurgences, et autres voies de transfert potentielles karstiques depuis la surface).

2.3.2 Ouvrages implantés sur le site et analyses réalisées

Sur la base du contexte hydrogéologique karstique décrit ci-avant, aucune nappe phréatique superficielle homogène et pérenne au sens de celles pouvant être établies dans un système poreux n'est attendue au droit du site, et aucun piézomètre n'y a été implanté.

Les écoulements sont complexes, de type karstique et soumis aux conditions locales de la fracturation, de la présence de failles, voies préférentielles naturelles, de surface ou internes aux calcaires, de la topographie et de la pluviométrie.

On considère que ces systèmes karstiques ont pour niveau de base, en général, les cours d'eau qui sont nourris par ces systèmes et qu'ils réalimentent à leur tour (donc une base variable spatialement et en fonction des événements pluviométriques).

3 PROGRAMME DES INVESTIGATIONS ENVIRONNEMENTALES COMPLÉMENTAIRES DE 2021

3.1 Investigations réalisées

Annexe 4 - Plan des investigations réalisées en 2021

Afin de répondre aux objectifs cités au chapitre 1.1, le programme d'investigations a compris la réalisation :

- de nouveaux sondages à la pelle mécanique sur roues (20 tonnes) :
 - 3 sondages sur l'ancienne usine de Pyrimont, jusqu'à 2 m de profondeur (ou jusqu'à l'atteinte des calcaires urgoniens sous-jacents), nommées PM2021-USI-1 à PM2021-USI-3. Au droit du sondage PM2021-USI-2, un refus a été rencontré à 0,25 m, sur des blocs béton. Le point a donc été décalé est nommé PM2021-USI-2BIS ;
 - 4 sondages sur le site d'En Chalavray jusqu'à 2 m de profondeur (ou jusqu'à l'atteinte des calcaires urgoniens sous-jacents), nommés PM2021-CHA-1 à PM2021-CHA-4 ;
 - à chaque fois, 2 échantillons ont été prélevés par sondage afin d'avoir la quantité suffisante en sol pour les analyses en laboratoire ;
- d'un prélèvement d'un échantillon de calcaire bitumineux au niveau de l'orifice la Mine du Château (dépôt bitumineux 1) ;
- de 2 prélèvements d'eaux souterraines au droit de deux résurgences de la galerie des Lades (Esout1) et de la mine du Château (Esout2) ainsi que de 4 prélèvements d'eaux superficielles dans le Rhône (ESU1 et ESU2) et le Nant Troublé (ESU3 et ESU4). Ces points ont déjà été analysés lors de l'étude de 2018.

Remarque : Le point ESU5 qui devait être échantillonné sur le Nant Troublé, en aval de la Mine du Château, n'a pu être réalisé car aucun accès sécurisé au cours d'eau n'a été trouvé.
- de 3 nouveaux prélèvements de sédiments dans le Nant Troublé (SED1), le Vézéronce (SED2) et le ruisseau des Lades (SED3).

L'implantation des investigations réalisées est consultable en Annexe 4.

Considérant les données déjà acquises sur **les sols** et **les eaux**, ainsi que les remarques de l'Administration, le programme analytique détaillé dans le paragraphe 3.2 a été adapté afin de répondre au mieux aux différentes demandes.

Les investigations se sont déroulées les 1^{er} et 2 juillet 2021 ainsi que le 2 septembre 2021 pour le prélèvement du calcaire bitumineux, sous la supervision de deux ingénieurs Arcadis spécialisés en environnement et mines.

3.2 Programme analytique

Annexe 5 - Bordereaux analytiques du laboratoire

L'ensemble des analyses sur les sols, les eaux et les sédiments a été réalisé par EUROFINs, laboratoire indépendant, possédant l'agrément du ministère en charge de l'environnement, et accrédité par le COFRAC selon les standards ISO. L'échantillon du calcaire bitumineux, a quant à lui, été analysé par le laboratoire SGS, compte-tenu de sa forte proportion en bitume. Les bordereaux ainsi que les différentes méthodes d'analyses sont présentés en Annexe 5.

En considérant les données déjà disponibles sur les **sols** et les **eaux**, le programme analytique réalisé pour chaque matrice est présenté dans le Tableau 4 ci-après.

	Localisation	Brut	Lixiviat	Nombre d'analyses
Sols	Ancienne usine de Pyrimont	HC C ₅ -C ₄₀ et HAP	HC C ₅ -C ₄₀ et HAP	3
	En Chalavray	HC C ₅ -C ₄₀ , HAP et 8 ETM	HC C ₅ -C ₄₀ , HAP et 8 ETM	16
Calcaire bitumineux	Orifice de la Mine du château	HC C ₅ -C ₄₀ , HAP et 8 ETM	HC C ₅ -C ₄₀ , HAP et 8 ETM	1
Eaux superficielles	Rhône, Nant Troublé et ruisseau des Lades	HC C ₅ -C ₄₀ , HAP et 8 ETM	-	4
Eaux souterraines	Galerie des Lades et Galerie de la Mine du château	HC C ₅ -C ₄₀ , HAP et 8 ETM	-	2
Sédiments	Ruisseau des Lades, Nant Troublé et Vézéronce	HC C ₅ -C ₄₀ , HAP et 8 ETM	HC C ₅ -C ₄₀ , HAP et 8 ETM	3

Tableau 4 - Programme analytique sur les différentes matrices investiguées

Remarque : pour rappel, les ETM n'ont pas été analysés sur les échantillons prélevés sur le site de l'ancienne usine de Pyrimont, car ces composés ont déjà été caractérisés lors des précédentes investigations. Les analyses réalisées sur les échantillons prélevés sur le site de l'ancienne usine de Pyrimont, ont pour but de caractériser le potentiel lixiviable des hydrocarbures, dont les hydrocarbures aliphatiques.

3.3 Méthodologie d'investigation sur les sols

Annexe 4 - Plan des investigations réalisées en 2021

Annexe 6 - Coupes des sondages à la pelle mécanique

Le plan d'implantation des sondages est consultable en Annexe 4.

Les implantations ont été effectuées en tenant compte des réponses aux DT/DICT conjointes réalisées par Arcadis.

Les deux ingénieurs en charge des investigations ont prélevé un échantillon de sol moyen dans le godet de la pelle mécanique, *a minima*, au droit de chaque sondage, jusqu'à une profondeur de 2 m maximum sur chaque site. Les profondeurs d'échantillonnage ont parfois été réduites sur certains sondages car la pelle a atteint le refus (calcaire naturel en place).

Ils ont assuré les prélèvements d'échantillons moyens, leur description organoleptique et le conditionnement des échantillons prélevés dans du flaconnage verre transparent de 375 ml et des seaux en plastique de 950 ml fournis par le laboratoire.

Les échantillons ont été envoyés à destination du laboratoire, en glacière réfrigérée, moins de 48 h après leur prélèvement. Les données collectées (lithologie, observations organoleptiques, réponse PID, échantillons collectés, difficultés rencontrées, photographies) ont été synthétisées sur des coupes de sondage, consultables en Annexe 6.

Les sondages ont ensuite été rebouchés avec les sols non prélevés dans l'ordre lithologique, et compactés sommairement.

3.4 Méthodologie d'investigation sur le calcaire bitumineux

Le calcaire bitumineux n'ayant pas été observé lors de la réalisation des sondages à la pelle mécanique et conformément à la proposition technique d'Arcadis, un échantillon a été prélevé au niveau de la galerie de la Mine du Château, sur une paroi où ce dernier affleurerait. Le prélèvement a été réalisé, à 7,5 m de l'entrée de l'orifice, sur la gauche. Les morceaux de calcaire bitumineux ont été prélevés à l'aide d'un marteau et d'un burin. La description organoleptique de l'échantillon a été notée et les morceaux de calcaire bitumineux ont été stockés dans du flaconnage verre transparent de 375 ml et des seaux en plastique de 950 ml fournis par le laboratoire.

L'échantillon a été envoyé à destination du laboratoire SGS, en glacière réfrigérée, pour analyses.

3.5 Méthodologie d'investigation sur les eaux souterraines (résurgences) et superficielles

Annexe 7 - Fiches de prélèvements des eaux souterraines (résurgences) et superficielles

Les prélèvements d'eaux ont été réalisés selon la méthodologie suivante :

- mesure des paramètres physico-chimiques suivants : température, potentiel redox, pH et conductivité au droit de chaque point de prélèvement jusqu'à stabilisation des paramètres ;
- prélèvement des échantillons à l'aide d'une canne de prélèvement, nettoyée entre chaque point de prélèvement ;
- remplissage des flacons d'échantillons, avec filtration *in situ* des eaux pour les 8 ETM ;
- établissement d'une fiche de prélèvement par point, contenant les informations de chaque échantillon (paramètres physico-chimiques, aspect, couleur, odeur, nombre de flacons prélevés...etc).

Les fiches de prélèvement sont disponibles en Annexe 7.

3.6 Méthodologie d'investigation sur les sédiments

Annexe 8 - Fiches de prélèvements des sédiments

Les prélèvements de sédiments ont été réalisés selon la méthodologie suivante :

- prélèvement des échantillons moyens à l'aide d'une benne à mâchoires de type Van Veen ou d'une spatule (selon l'accès et la profondeur du cours d'eau investigué), sur 20 à 30 cm de profondeur, nettoyées entre chaque point ;
- prélèvement sur une zone d'une surface de 2m x 2m, en trois points afin d'obtenir un échantillon moyen et représentatif de la zone ;
- établissement d'une fiche de prélèvement par point, contenant les informations de chaque échantillon (aspect, couleur, odeur, nombre de flacons prélevés...etc).

Les fiches de prélèvement sont disponibles en Annexe 8.

4 RESULTATS DES INVESTIGATIONS SUR LES SOLS EN JUILLET 2021

Annexe 4 - Plan des investigations réalisées en 2021

Annexe 5 - Bordereaux analytiques du laboratoire

Annexe 6 - Coupes des sondages à la pelle mécanique

4.1 Lithologie observée et indices organoleptiques

Sur la base des données antérieures ainsi que des investigations réalisées, la lithologie rencontrée au droit de **l'ancienne usine de Pyrimont** peut être synthétisée comme suit de haut en bas :

- éventuelle couche de **terre végétale**, ou encore **dalle béton** (non rencontrée lors des investigations de 2021) ;
- **remblais** sablo-limoneux (comprenant parfois des blocs calcaires, ou encore des fragments de briques et de tuiles) sur une épaisseur de l'ordre de 0,5 à 1 m ;
- **sables graveleux à limoneux**, comprenant parfois des **strates bitumineuses**, et/ou des **passées argileuses**. Ces formations sont rencontrées jusqu'à des profondeurs variables, de l'ordre de 1 m à 2 m ;
- **calcaires** blancs rencontrés à partir de 1 à 3 m de profondeur environ.

Ces données apparaissent cohérentes avec le contexte géologique local (rapport référencé AFR0147-RPT-81.00301.001-RPT-B01, en date du 25/09/2019).

Au droit du site **d'En Chalavray** la lithologie rencontrée peut être synthétisée comme suit de haut en bas :

- **terre végétale** en surface jusqu'à 0,3 m / 0,4 m ou **merlons** sablonneux marron avec présence de blocs de calcaire présents en surface ;
- **calcaire de type craie** (en surface à 0,3 / 0,45 m) ou **faciès gravelo-sableux ressemblant à des remblais anthropiques** (observés jusqu'à 2 m en 1 point).

Aucun sondage n'a présenté d'arrivées d'eau.

Aucun indice organoleptique de contamination n'a été mis en évidence. Les mesures effectuées au PID sont comprises entre 0 et 6,2 ppm (maximum sur le site d'En Chalavray). Ces valeurs ne témoignent pas d'une importante détection de contaminants volatils.

Les résultats analytiques sur les sols sont présentés au chapitre 4.3.

4.2 Critères de comparaison

Les résultats d'analyses sont comparés entre eux et interprétés par rapport aux valeurs guides en vigueur, à savoir (par ordre d'importance relative) :

- pour les ETM sur brut, à la gamme de valeurs couramment observées dans les sols ordinaires de toutes granulométries - Denis BAIZE / INRA – **étude ASPITET** ;
- le **fond géochimique « sols ruraux »** définissant un bruit de fond pour les HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) ;
- aux critères d'**acceptation en ISDI** fixés dans l'arrêté du 12/12/2014 qui définit la liste des types de déchets inertes admissibles dans des installations de stockage de déchets inertes et les conditions d'exploitation de ces installations ;
- le **fond de bruit chimique local** associé aux teneurs du calcaire bitumineux naturellement en place.

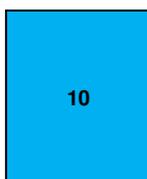
Attention, ces valeurs ne sont que des valeurs guides, utilisables dans le cadre de la gestion des déblais d'un site et non pour étudier la compatibilité environnementale d'un projet de réaménagement. Les installations de stockage pour matériaux inertes (ISDI) se réservent par ailleurs le droit de refuser des terres si ces dernières présentent des indices organoleptiques de pollution (odeur, couleur) ou un aspect jugé suspect et ce, même si les résultats d'analyses sont inférieurs aux seuils d'acceptation existants. Par exemple, la présence de mâchefers en proportion significative engendre généralement un refus auprès de ces centres, et ce, même si les composés métalliques présents ne sont pas lixiviables.

4.3 Résultats analytiques et interprétation

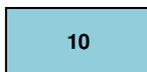
Les bordereaux analytiques du laboratoire sont disponibles en Annexe 5. Le Tableau 5 suivant présente les résultats analytiques des 16 échantillons analysés.

La légende appliquée est la suivante :

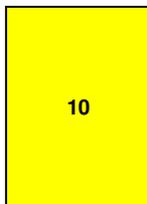
Légende :



Dépassement des teneurs de la gamme Aspitet "sols ordinaires" pour les métaux (BRGM). Les valeurs ASPITET ne sont que des valeurs guides car elles n'ont pas fait l'objet d'une validation par le Ministère de l'Environnement. Il ne s'agit pas d'objectifs de réhabilitation des sites pollués qui sont soumis à un Plan de Gestion conformément à la méthodologie nationale.



Dépassement des valeurs de fond géochimiques locales - "Sols ruraux"



Dépassement des teneurs mentionnées dans l'arrêté du 12/12/2014 pour l'acceptation en ISDI. Ces valeurs ne sont que des valeurs guides, utilisables dans le cadre de la gestion des déblais d'un site. Les installations ISDI se réservent le droit de refuser des terres si ces dernières présentent des indices organoleptiques de pollution (odeur, couleur) ou un aspect jugé suspect et ce, même si les résultats d'analyses sont inférieurs aux seuils d'acceptation existants.

Designation de l'échantillon		Critères de comparaison			PM2021-CHA-1-1-1 bis	PM2021-CHA-1-1-1	PM2021-CHA-2-2-1 bis	PM2021-CHA-2-2-1	PM2021-CHA-3-3-1 bis	PM2021-CHA-3-3-1	PM2021-CHA-4-4-1 bis	PM2021-CHA-4-4-1	PM2021-CHA-4-4-2 bis	PM2021-CHA-4-4-2
Année Site-Sondage (Profondeur en m/sol)					01/07/2021	01/07/2021	01/07/2021	01/07/2021	01/07/2021	01/07/2021	01/07/2021	01/07/2021	01/07/2021	01/07/2021
Date de prélèvement		Fond géochimique		Evacuation	Terre végétale et calcaire altéré		Merlon sabonneux avec blocs calcaires		Remblais (facès sablo-limoneux/sablo-graveleux)		Terre végétale sableuse		Craie peu à moyennement indurée	
Nature de l'échantillon		ASPIKET	Fond géochimique local	Arrêté du 12/12/2014	0 - 0,3		Surface		0 - 2		0 - 0,45		0,45	
Profondeur moyenne du prélèvement (m/sol)		Gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires" de toutes granulométries			Déchets inertes (admission en ISDI)				L/S = 10 l/kg					
Indice organoleptique	PID (ppmV)													
	Odeur													
	Aspect													
Analyse sur échantillon "brut"														
Paramètres généraux														
Broyage	-													
Matière sèche	%				92,10		89,10		94,60		87,00		91,10	
Métaux et métalloïdes														
Arsenic (As)	mg/kgMS	1,0 - 25,0			4,15		3,85		6,64		5,26		1,38	
Cadmium (Cd)	mg/kgMS	0,05 - 0,45			<0,40		<0,40		<0,40		<0,40		<0,40	
Chrome total (Cr)	mg/kgMS	10,0 - 90,0			15,90		8,51		6,01		9,77		<5,00	
Cuivre (Cu)	mg/kgMS	2,0 - 20,0			9,68		6,25		7,44		11,70		<5,00	
Mercurure (Hg)	mg/kgMS	0,02 - 0,10			<0,10		<0,10		<0,10		0,35		<0,10	
Nickel (Ni)	mg/kgMS	2,0 - 60,0			13,00		6,67		9,00		8,20		1,66	
Ploomb (Pb)	mg/kgMS	9,0 - 50,0			21,00		7,80		12,10		13,00		<5,00	
Zinc (Zn)	mg/kgMS	10 - 100			24,60		11,70		16,70		26,20		7,09	
Hydrocarbures volatils														
Fraction C5-C8	mg/kgMS				<1,00		<1,00		<1,00		<1,00		<1,00	
Fraction C9-C10	mg/kgMS				<1,00		<1,00		<1,00		<1,00		<1,00	
Fraction aromat. >C6-C7	mg/kgMS													
Fraction aromat. >C7-C8	mg/kgMS													
Fraction aromat. >C8-C10	mg/kgMS													
Fraction aliph. >C5-C6	mg/kgMS													
Fraction aliph. >C6-C8	mg/kgMS													
Fraction aliph. >C8-C10	mg/kgMS													
Somme HC C5-C10	mg/kgMS				<1,00		<1,00		<1,00		<1,00		<1,00	
Hydrocarbures C10-C40														
Fraction C10-C16	mg/kgMS				26,80		16,60		31,50		25,60		8,31	
Fraction C16-C22	mg/kgMS				81,30		21,00		181,00		51,60		19,10	
Fraction C22-C30	mg/kgMS				343,00		89,10		655,00		226,00		82,50	
Fraction C30-C40	mg/kgMS				627,00		168,00		1 040,00		397,00		146,00	
Fraction C10-C12	mg/kgMS													
Fraction C12-C16	mg/kgMS													
Fraction C16-C21	mg/kgMS													
Fraction C21-C35	mg/kgMS													
Fraction C35-C40	mg/kgMS													
Somme HC C10-C40	mg/kgMS				500		1 080,00		294,00		1 910,00		701,00	
HAP														
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS		0,002		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05	
Acénaphthylène	mg/kgMS				<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05	
Acénaphthène	mg/kgMS				0,15		<0,05		0,14		0,06		<0,05	
Fluorène	mg/kgMS				0,12		<0,05		0,10		0,05		<0,05	
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS				0,30		0,05		0,25		0,19		0,05	
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS				0,18		<0,05		0,14		0,09		<0,05	
Fluoranthène ^{8,10}	mg/kgMS		0,0003-0,04		0,22		0,06		0,16		0,13		<0,05	
Pyriène ⁸	mg/kgMS		0,001-0,0197		0,17		0,06		0,12		0,11		<0,05	
Benzo(a)anthracène ¹⁰	mg/kgMS		0,005-0,02		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05	
Chrysalène ¹⁰	mg/kgMS		0,04		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05	
Benzo(b)fluoranthène ^{8,9}	mg/kgMS		0,002-0,003		<0,05		<0,05		<0,05		0,08		<0,05	
Benzo(k)fluoranthène ^{8,9,10}	mg/kgMS		0,01-0,11		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05	
Benzo(a)pyrène ^{8,9,10}	mg/kgMS		0,002-1,3		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05	
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kgMS				<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05	
Benzo(g,h,i)perylene ^{8,9,10}	mg/kgMS		0,01-0,07		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{8,9,10}	mg/kgMS		0,01-0,015		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05		<0,05	
Somme des 16 HAP (EPA)	mg/kgMS				50		1,10		0,17		0,71		0,05	
Analyse sur "lixiviats"														
Paramètres généraux														
Réfus pondéral à 4 mm	% P.B.						37,10		40,50		43,70		41,40	
Volume	ml						950,00		950,00		950,00		950,00	
Masse	g						84,30		83,90		84,50		86,20	
L/S	ml/g						8,30		7,90		8,40		8,60	
pH	-						8,30		7,90		8,40		8,60	
Température de mesure du pH	°C						22,00		21,00		21,00		22,00	
Conductivité corrigée automatiquement à 25°C	µS/cm						123,00		162,00		73,00		119,00	
Température de mesure de la conductivité	°C						21,30		21,50		20,70		21,00	
Métaux et métalloïdes cumulés														
Arsenic (As) cumulé	mg/kgMS		0,50		<0,20		<0,20		<0,20		<0,20		<0,20	
Cadmium (Cd) cumulé	mg/kgMS		0,04		<0,002		<0,002		<0,002		<0,002		<0,002	
Chrome total (Cr) cumulé	mg/kgMS		0,50		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10	
Cuivre (Cu) cumulé	mg/kgMS		2		<0,20		<0,20		<0,20		<0,20		<0,20	
Mercurure (Hg) cumulé	mg/kgMS		0,01		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001	
Nickel (Ni) cumulé	mg/kgMS		0,40		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10	
Ploomb (Pb) cumulé	mg/kgMS		0,50		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10	
Zinc (Zn) cumulé	mg/kgMS		4		<0,20		<0,20		<0,20		<0,20		<0,20	
HAP														
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS				<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	
Acénaphthylène	mg/kgMS				<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	
Acénaphthène	mg/kgMS				<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	
Fluorène	mg/kgMS				<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS				<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS				<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	
Fluoranthène ^{8,9,10}	mg/kgMS				<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	
Pyriène ⁸	mg/kgMS				<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	
Benzo(a)anthracène ¹⁰	mg/kgMS				<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	
Chrysalène ¹⁰	mg/kgMS				<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	
Benzo(b)fluoranthène ^{8,9}	mg/kgMS				<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	
Benzo(k)fluoranthène ^{8,9,10}	mg/kgMS				<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	
Benzo(a)pyrène ^{8,9,10}	mg/kgMS				<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kgMS				<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	
Benzo(g,h,i)perylene ^{8,9,10}	mg/kgMS				<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{8,9,10}	mg/kgMS				<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	
Somme des 16 HAP (EPA)	mg/kgMS				<0,01		<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	
Hydrocarbures volatils														
Fraction C5-C8	mg/kgMS				<0,3		<0,3		<0,3		<0,3		<0,3	
Fraction C9-C10	mg/kgMS				<0,3		<0,3		<0,3		<0,3		<0,3	
Fraction C5-C6	mg/kgMS													
Fraction C6-C8	mg/kgMS													
Fraction C8-C10	mg/kgMS													
Somme HC C5-C10	mg/kgMS				<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30	
Hydrocarbures C10-C40														
Fraction C10-C12	mg/kgMS													
Fraction C12-C16	mg/kgMS													
Fraction C16-C21	mg/kgMS													
Fraction C21-C40	mg/kgMS						<0,30		<0,30		0,50		<0,30	
Somme HC C10-C40	mg/kgMS						<0,30		<0,30		0,50		<0,30	

Designation de l'échantillon Année Site Sondage (Profondeur en m/sol)		Critères de comparaison			PM2021-US1-1-1 bis	PM2021-US1-1-1	PM2021-US1-2-1 bis	PM2021-US1-2-1	PM2021-US1-2BIS-1 bi	PM2021-US1-2BIS-1	PM2021-US1-3-1 bis	PM2021-US1-3-1	Dépôt Bitumineux 1
Date de prélèvement		Fond géochimique		Evacuation	01/07/2021	01/07/2021	01/07/2021	01/07/2021	01/07/2021	01/07/2021	01/07/2021	01/07/2021	02/09/2021
Nature de l'échantillon		ASPTET	Fond géochimique local "Sole ruraux"	Arrêté du 12/12/2014	Terre végétale		Remblais		Terre végétale / Sables limoneux		Calcaire bitumineux		
Profondeur moyenne du prélèvement (m/sol)		Gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires" de toutes granulométries		Déchets inertes (admission en ISDI) L/S = 10 t/kg	0 - 0,4		0 - 0,25		0 - 1,4		En surface		
Indice organoleptique	PID (ppmV)				0		0		0		0		
	Odeur				-		-		-		-		
	Aspect				-		-		-		-		
Analyse sur échantillon "brut"													
Paramètres généraux													
Broyage	%				86,80						83,10		94,40
Métaux et métalloïdes													
Arsenic (As)	mg/kgMS	1,0 - 25,0											3,3
Cadmium (Cd)	mg/kgMS	0,05 - 0,45											0,2
Chrome total (Cr)	mg/kgMS	10,0 - 90,0											5,90
Cuivre (Cu)	mg/kgMS	2,0 - 20,0											1,80
Mercurure (Hg)	mg/kgMS	0,02 - 0,10											0,05
Nickel (Ni)	mg/kgMS	2,0 - 60,0											1,20
Plomb (Pb)	mg/kgMS	9,0 - 50,0											10
Zinc (Zn)	mg/kgMS	10 - 100											10
Hydrocarbures volatils													
Fraction C5-C8	mg/kgMS				<1,00		<1,00		<1,00		<1,00		
Fraction C9-C10	mg/kgMS				1,00		<1,00		<1,00		<1,00		0,40
Fraction aromat. >C5-C7	mg/kgMS												0,05
Fraction aromat. >C7-C8	mg/kgMS												0,30
Fraction aliphat. >C5-C6	mg/kgMS												0,50
Fraction aliphat. >C6-C8	mg/kgMS												0,60
Fraction aliphat. >C8-C10	mg/kgMS												0,60
Somme HC C5-C10	mg/kgMS				1,00		<1,00		<1,00		<1,00		10,00
Hydrocarbures C10-C40													
Fraction C10-C16	mg/kgMS				52,20		207,00		95,90				
Fraction C16-C22	mg/kgMS				211,00		925,00		325,00				
Fraction C22-C30	mg/kgMS				684,00		2 130,00		1 250,00				
Fraction C30-C40	mg/kgMS				935,00		2 260,00		1 590,00				
Fraction C10-C12	mg/kgMS												29,00
Fraction C12-C16	mg/kgMS												1 300,00
Fraction C16-C21	mg/kgMS												3 100,00
Fraction C21-C35	mg/kgMS												7 500,00
Fraction C35-C40	mg/kgMS												1 100,00
Somme HC C10-C40	mg/kgMS				500		1 880,00		5 520,00		3 260,00		13 000,00
HAP													
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS	0,002		0,15			<0,05				0,34		0,07
Acénaphthylène	mg/kgMS			0,59			<0,05				0,35		0,08
Acénaphthène	mg/kgMS			0,19			0,16				0,52		0,07
Fluorène	mg/kgMS			0,11			0,12				0,47		0,07
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS			0,68			0,31				2,00		0,10
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS			0,28			0,17				1,10		0,07
Fluoranthène ^{8,10}	mg/kgMS	0,0003-0,04		1,10			0,28				2,70		0,13
Pyridine ⁸	mg/kgMS	0,001-0,0197		0,99			0,22				2,60		0,11
Benzol(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS	0,005-0,02		0,40			0,40				1,20		0,08
Chrysène ¹⁰	mg/kgMS	0,04		0,38			<0,05				0,95		0,07
Benzol(b)fluoranthène ^{8,10}	mg/kgMS	0,002-0,003		0,82			0,10				2,00		0,09
Benzol(k)fluoranthène ^{8,10}	mg/kgMS	0,01-0,11		0,21			<0,05				2,10		0,10
Benzol(a)pyrène ^{8,10}	mg/kgMS	0,002-1,3		0,75			0,08				2,20		0,07
Dibenzol(a,h)anthracène	mg/kgMS			0,12			<0,05				0,37		0,10
Benzol(g,h)ipérylène ¹⁰	mg/kgMS	0,01-0,07		0,48			0,12				1,40		0,07
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{8,10}	mg/kgMS	0,01-0,015		0,63			0,09				1,60		0,19
Somme des 16 HAP (EPA)	mg/kgMS			50	7,40		1,70				22,00		1,00
Analyse sur "matériau"													
Paramètres généraux													
Refus pondéral à 4 mm	% P.B.				32,80		27,30				28,90		
Volume	ml				950,00		950,00				950,00		
Masse	g				94,10		93,30				95,00		
L/S	ml/g				8,10		8,90				8,50		10,00
pH					8,10		8,90				8,90		
Température de mesure du pH	°C				21,00		21,00				21,00		18,80
Conductivité corrigée automatiquement à 25°C	µS/cm				133,00		81,00				124,00		235,00
Température de mesure de la conductivité	°C				20,80		20,90				20,90		18,80
Métaux et métalloïdes cumulés													
Arsenic (As) cumulé	mg/kgMS			0,50									0,01
Cadmium (Cd) cumulé	mg/kgMS			0,04									0,002
Chrome total (Cr) cumulé	mg/kgMS			0,50									0,01
Cuivre (Cu) cumulé	mg/kgMS			2									0,02
Mercurure (Hg) cumulé	mg/kgMS			0,01									0,0005
Nickel (Ni) cumulé	mg/kgMS			0,40									0,03
Plomb (Pb) cumulé	mg/kgMS			0,50									0,02
Zinc (Zn) cumulé	mg/kgMS			4									0,10
HAP													
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS				<0,01		<0,01				<0,01		0,001
Acénaphthylène	mg/kgMS				<0,01		<0,01				<0,01		0,001
Acénaphthène	mg/kgMS				<0,01		<0,01				<0,01		0,001
Fluorène	mg/kgMS				<0,01		<0,01				<0,01		0,0005
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS				<0,01		<0,01				<0,01		0,0002
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS				<0,01		<0,01				<0,01		0,0002
Fluoranthène ^{8,10}	mg/kgMS				<0,01		0,02				0,05		0,0002
Pyridine ⁸	mg/kgMS				<0,01		<0,01				<0,01		0,0002
Benzol(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS				<0,01		<0,01				<0,01		0,0002
Chrysène ¹⁰	mg/kgMS				<0,01		<0,01				0,02		0,0002
Benzol(b)fluoranthène ^{8,10}	mg/kgMS				<0,01		<0,01				<0,01		0,0002
Benzol(k)fluoranthène ^{8,10}	mg/kgMS				<0,01		<0,01				0,01		0,0001
Benzol(a)pyrène ^{8,10}	mg/kgMS				<0,01		<0,01				<0,01		0,0001
Dibenzol(a,h)anthracène	mg/kgMS				<0,01		<0,01				<0,01		0,0002
Benzol(g,h)ipérylène ¹⁰	mg/kgMS				<0,01		<0,01				0,05		0,0002
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{8,10}	mg/kgMS				<0,01		<0,01				<0,01		0,0002
Somme des 16 HAP (EPA)	mg/kgMS				<0,01		<0,01				<0,01		0,008
Hydrocarbures volatils													
Fraction C5-C8	mg/kgMS				<0,3		<0,3				<0,3		
Fraction C9-C10	mg/kgMS				<0,3		<0,3				<0,3		
Fraction C5-C6	mg/kgMS												0,10
Fraction C6-C8	mg/kgMS												0,10
Fraction C8-C10	mg/kgMS												0,10
Somme HC C5-C10	mg/kgMS				<0,30		<0,30				<0,30		0,30
Hydrocarbures C10-C40													
Fraction C10-C12	mg/kgMS												5,00
Fraction C12-C16	mg/kgMS												5,00
Fraction C16-C21	mg/kgMS												5,00
Fraction C21-C40	mg/kgMS												5,00
Somme HC C10-C40	mg/kgMS				<0,30		1,63				0,49		20,00

Tableau 5 : Résultats analytiques sur les sols

4.3.1 Calcaire bitumineux naturel

4.3.1.1 Analyses sur brut

- La présence des **8 ETM**, dont les concentrations n'excèdent pas 10 mg/kg MS pour les plus significatives. Cinq ETM présentent une concentration comprise dans la gamme ASPITET ;
- La présence notable d'**hydrocarbures C₁₀-C₄₀** avec une somme de 13 000 mg/kg MS. Les fractions les plus lourdes ont été identifiées (fractions C16 - C21 et C21 - C35). La concentration est supérieure au seuil de l'arrêté du 12/12/2014 (500 mg/g MS) ;
- La présence de **HAP**, la somme des 16 HAP (1 mg/kg MS) étant inférieure au seuil de l'arrêté du 12/12/2014 (50 mg/g MS). Certains composés HAP présentent des dépassements des valeurs de comparaison (fond géochimique « sols ruraux »), le maximum ayant été mesuré pour le Indéno(1.2.3-cd)pyrène avec 0,19 mg/kg MS ;
- La faible présence d'**hydrocarbures C₅-C₁₀** avec une somme égale à 10 mg/kg MS. Les fractions volatiles sont faiblement représentées par rapport aux fractions lourdes, ce qui est cohérent avec les observations déjà menées auparavant sur les sols en place.

4.3.1.2 Analyses sur le lixiviat

Les résultats d'analyses sur l'échantillon de calcaire bitumineux lixivié indiquent :

- Un pH basique et une conductivité plutôt faible ;
- De faibles teneurs pour les **8 ETM**, toutes inférieures aux seuils de l'arrêté du 12/12/2014 ;
- La présence d'**hydrocarbures C₁₀-C₄₀** avec une somme de 20 mg/kg MS ;
- De faibles teneurs pour les **HAP**, la somme étant égale à 0,008 mg/kg MS ;
- De faibles teneurs pour les **hydrocarbures C₅-C₁₀**, la somme étant égale à 0,3 mg/kg MS.

4.3.2 Ancienne usine de Pyrimont

Nous rappelons que la problématique principale du site correspond aux hydrocarbures C₁₀-C₄₀ (et HAP dans une moindre mesure), en cohérence avec le contexte géologique local (calcaires bitumineux, et présence de couches bitumineuses dans les remblais du site).

4.3.2.1 Analyses sur brut

Les résultats d'analyses sur les échantillons de sol bruts indiquent :

- La présence d'**hydrocarbures C₁₀-C₄₀** sur les trois échantillons prélevés en surface, en cohérence avec les teneurs mesurées lors des précédentes investigations (maximum sur PM2021-USI-2, avec 5 520 mg/kg MS). Les trois concentrations sont supérieures au seuil de l'arrêté du 12/12/2014 (500 mg/kg MS) mais inférieures à la teneur du calcaire bitumineux naturel ;

- La présence de **HAP** sur les trois échantillons prélevés en surface, en cohérence avec les teneurs mesurées lors des précédentes investigations (maximum sur PM2021-USI-2, avec 22 mg/kg MS). Les trois concentrations sont inférieures au seuil de l'arrêté du 12/12/2014 (50 mg/kg MS) et similaires ou supérieures à la teneur du calcaire bitumineux naturel. Certains composés HAP, comme le fluoranthène, présentent des dépassements des valeurs de comparaison (fond géochimique « sols ruraux ») ;
- L'absence/quasi absence (teneurs similaires aux limites de quantification du laboratoire) d'**hydrocarbures C₅-C₁₀** sur les trois échantillons prélevés en surface, en cohérence avec les teneurs mesurées lors des précédentes investigations et la faible teneur mesurée sur le calcaire bitumineux naturel.

4.3.2.2 Analyses sur le lixiviat

Les résultats d'analyses sur les échantillons de sol lixiviés indiquent :

- Un pH basique et une conductivité plutôt faible sur les trois échantillons prélevés ;
- L'absence d'**hydrocarbures C₁₀-C₄₀** sur le point PM2021-USI-1 et de faibles teneurs sur les deux autres échantillons (maximum mesuré sur PM2021-USI-2 avec 1,63 mg/kg MS) ;
- L'absence/quasi absence (teneurs similaires aux limites de quantification du laboratoire) de **HAP** sur les trois échantillons prélevés ;
- L'absence de détection d'**hydrocarbures C₅-C₁₀** sur les trois échantillons prélevés.
- Ces résultats sont cohérents avec les résultats de la lixiviation du calcaire bitumineux naturel (faible potentiel lixiviable du calcaire bitumineux naturel).

4.3.3 Site d'En Chalavray

4.3.3.1 Analyses sur le brut

Les résultats d'analyses sur les échantillons de sol bruts indiquent :

- La présence de **ETM (excepté le cadmium)** sur l'ensemble des échantillons prélevés, dont les teneurs sont inférieures aux gammes ASPITET. Les ETM ont été mesurés à des concentrations plus faibles que dans les calcaires bitumineux ;
- La présence d'**hydrocarbures C₁₀-C₄₀** sur les cinq échantillons à des teneurs comprises entre 252 à 1 910 mg/kg MS. Les trois échantillons suivants : PM2021-CHA-1, PM2021-CHA-3 et PM2021-CHA-4, prélevés en surface, ont présenté des teneurs supérieures au seuil de l'arrêté du 12/12/2014 (500 mg/kg MS) mais inférieures à la teneur du calcaire bitumineux naturel ;
- La présence d'**HAP** sur les cinq échantillons à de faibles teneurs comprises entre 0,05 mg/kg MS et 1,10 mg/kg MS. Toutefois, toutes les concentrations sont inférieures au seuil de l'arrêté du 12/12/2014 (50 mg/kg MS) et similaires ou supérieures à la teneur du calcaire bitumineux naturel. Certains composés HAP présentent des dépassements des valeurs de comparaison (fond géochimique « sols ruraux ») ;
- L'absence de détection d'**hydrocarbures C₅-C₁₀** sur les cinq échantillons prélevés.

4.3.3.2 Analyses sur le lixiviat

Les résultats d'analyses sur les échantillons de sol lixiviés indiquent :

- Un pH plutôt basique et une conductivité plutôt faible sur les cinq échantillons prélevés ;
- L'absence/quasi absence (teneurs similaires aux limites de quantification du laboratoire) d'hydrocarbures C₁₀-C₄₀ sur les trois échantillons prélevés ;
- L'absence de détection des 8 ETM, des HAP et des hydrocarbures C₅-C₁₀ sur les cinq échantillons prélevés ;
- Ces résultats sont cohérents avec les résultats de la lixiviation du calcaire bitumineux naturel (faible potentiel lixiviable du calcaire bitumineux naturel).

4.3.4 Synthèse des investigations sur le milieu « sols »

Calcaire bitumineux

Comme attendu, les résultats sur le calcaire bitumineux naturellement en place ont indiqué une forte présence en hydrocarbures lourds, et dans une moindre mesure, la présence de HAP (en concentrations modérées toutefois) et en ETM. Les hydrocarbures légers sont quant à eux, faiblement représentés. Les faibles teneurs mesurées sur les lixiviats indiquent un faible potentiel de lixiviation de la roche naturelle, c'est-à-dire un faible potentiel de migration de ces composés des sols vers les eaux superficielles et/ou souterraines.

Ancienne usine de Pyrimont :

Nous rappelons que les points d'échantillonnage ont été sélectionnés sur la base des précédentes investigations, c'est-à-dire au droit de localisations ayant montré de fortes teneurs en hydrocarbures C₁₀-C₄₀, afin de caractériser le potentiel lixiviable des sols.

- les résultats sur les trois échantillons bruts ont indiqué, que, comme lors des précédentes investigations, des teneurs significatives en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ ont été mesurées au droit des trois points échantillonnés. Toutefois ces teneurs sont inférieures à celles de l'échantillon de calcaire bitumineux prélevé et sont donc sans doute en lien avec le bruit de fond naturel des calcaires bitumineux extraits dans le secteur et transformés historiquement sur l'usine ; les teneurs en HAP totaux sur brut sont inférieures à la valeur de comparaison ;
- les faibles teneurs mesurées en hydrocarbures comme en HAP sur les lixiviats indiquent un faible potentiel de lixiviation des sols, donc un faible potentiel de migration de ces composés des sols vers les eaux superficielles et/ou souterraines.

Site d'En Chalavray :

- les résultats sur les cinq échantillons bruts ont indiqué :
 - de teneurs significatives en hydrocarbures C₁₀-C₄₀. Tout comme le site de l'ancienne usine de Pyrimont, il est mis en évidence l'existence d'une problématique en lien avec les hydrocarbures au droit de ce site, sans doute en lien avec le bruit de fond naturel (calcaires bitumineux remobilisés en surface par des activités anthropiques) ;

- la présence dans une moindre mesure d'ETM avec des dépassements modérés de valeurs de comparaison (gamme ASPITET) correspondant aux valeurs couramment observées dans les sols ordinaires de toutes granulométries ;
- et enfin, de faibles teneurs en HAP (sans dépassement du seuil d'acceptation en ISDI). Nous rappelons que les HAP appartiennent à la famille des hydrocarbures, et sont, de fait, compris dans la quantification des hydrocarbures C₁₀-C₄₀. Leur mise en évidence au droit des deux sites d'étude est donc également cohérente avec le contexte géologique local, ainsi qu'avec l'historique des activités du site ;
- toutefois, les faibles teneurs mesurées sur les lixiviats indiquent un faible potentiel de lixiviation des sols, c'est-à-dire un faible potentiel de migration de ces composés des sols vers les eaux superficielles et/ou souterraines.

5 RESULTATS DES INVESTIGATIONS SUR LES EAUX SOUTERRAINES (RÉSURGENCES) ET SUPERFICIELLES – PREMIERE CAMPAGNE

Annexe 4 - Plan des investigations réalisées en 2021

Annexe 5 - Bordereaux analytiques du laboratoire

Annexe 7 - Fiches de prélèvements des eaux souterraines (résurgences) et superficielles

5.1 Observations de terrain

Lors des prélèvements, aucun indice organoleptique notable (couleur / odeur des eaux) n'a été relevé dans les eaux prélevées (eaux de résurgence et eaux superficielles).

Les fiches de prélèvement sont jointes en Annexe 7. Le programme analytique sur les eaux est présenté au chapitre 3.2. Enfin, la localisation des points de prélèvements est consultable en Annexe 4.

5.2 Contrôle qualité

Les résultats d'analyses obtenus sur le blanc de transport nommé Esout3 ont indiqué des teneurs inférieures aux limites de quantification du laboratoire, excepté une très faible teneur en naphthalène. Par conséquent, il est donc confirmé l'absence de contamination qui aurait pu survenir pendant le transport des échantillons au laboratoire pour l'ensemble des paramètres mesurés.

5.3 Critères de comparaison

Les résultats d'analyses sont comparés entre eux, et interprétés par rapport aux valeurs guides suivantes (par ordre d'importance relative).

Pour les eaux superficielles :

- Normes de qualité issues de l'arrêté du 20 avril 2005 pris en application du décret du 20 avril 2005 relatif au **programme national d'action contre la pollution des milieux aquatiques pour certaines substances dangereuses** (arrêté mis à jour le 8 juillet 2010) ;
- A titre indicatif : **limites de qualité des eaux douces superficielles utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine** issues de l'arrêté du 11 janvier 2007.

Selon l'article R. 1321-38, les eaux douces superficielles sont classées selon leur qualité dans les groupes A1, A2 et A3 en fonction des critères définis par arrêté du ministre chargé de la santé relatif aux limites de qualité des eaux douces superficielles utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine. Leur utilisation pour la consommation humaine est subordonnée pour les eaux classées en :

- Groupe A1 : à un traitement physique simple et à une désinfection ;
- Groupe A2 : à un traitement normal physique, chimique et à une désinfection ;
- Groupe A3 : à un traitement physique et chimique poussé, à des opérations d'affinage et de désinfection.

Pour les eaux souterraines :

- **Valeurs issues de l'arrêté du 17/12/08** établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines ;
- A titre indicatif : **limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées dans l'Annexe 1** issues de l'arrêté du 11 janvier 2007 ;
- A titre indicatif : **limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées dans l'Annexe 2** issues de l'arrêté du 11 janvier 2007.

5.4 Présentation des résultats

Les Tableau 6 et Tableau 7 en page suivante présentent les résultats analytiques pour les eaux superficielles et les résurgences. La légende appliquée est la suivante :

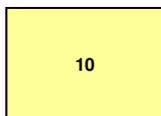
Pour les eaux superficielles :

Légende :

10	Dépassement des normes de qualité environnementales mentionnées dans l'arrêté du 20 avril 2005 mis à jour le 8 juillet 2010, relatif au programme national d'action contre la pollution des milieux aquatiques.
10	Dépassement des valeurs limites de qualité mentionnées dans l'arrêté du 11 janvier 2007 - Annexe III - A1 : traitement physique simple et à une désinfection.
10	Dépassement des valeurs limites de qualité mentionnées dans l'arrêté du 11 janvier 2007 - Annexe III - A2 : traitement normal physique, chimique et à une désinfection.
10	Dépassement des valeurs limites de qualité mentionnées dans l'arrêté du 11 janvier 2007 - Annexe III - A3 : traitement physique et chimique poussé, à des opérations d'affinage et de désinfection.

Pour les eaux souterraines :

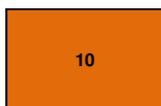
Légende :



Dépassement des valeurs seuils mentionnées dans l'arrêté du 17/12/08 établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines.



Dépassement des limites et références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées dans l'Annexe 1 de l'Arrêté Ministeriel du 11/01/2007.



Dépassement des limites de qualité des eaux brutes de toute origine utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine mentionnées dans l'Annexe 2 de l'Arrêté Ministeriel du 11/01/2007.

Désignation de l'échantillon		Critères de comparaison				ESU1	ESU2	ESU3	ESU4
Date de prélèvement		Qualité environnementale	Potabilité de l'eau			02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021	02/07/21
Localisation		Arrêté du 20/04/2005 (maj 08/07/2010) Normes de qualité environnementale pour les eaux douces de surface	Arrêté du 11/01/2007 Annexe III Qualité des eaux douces destinée à la consommation Groupe A1 - traitement physique simple et désinfection	Arrêté du 11/01/2007 Annexe III Qualité des eaux douces destinée à la consommation Groupe A2 - traitement normal physique, chimique et désinfection	Arrêté du 11/01/2007 Annexe III Qualité des eaux douces destinée à la consommation Groupe A3 - traitement physique et chimique poussé, affinage et désinfection	Rhône amont	Rhône aval	Nant troublé amont	Nant troublé aval
Métaux									
Arsenic (As)	µg/L		10	50	100	<5	<5	<5	<5
Cadmium (Cd)	µg/L	0,08-0,25	5	5	5	<5	<5	<5	<5
Chrome (Cr)	µg/L		50	50	50	<5	<5	<5	<5
Cuivre (Cu)	µg/L		50	50	1000	<10	<10	<10	<10
Mercure (Hg)	µg/L	0,05	1	1	1	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Nickel (Ni)	µg/L					<5	<5	<5	<5
Plomb (Pb)	µg/L		10	50	50	<5	<5	<5	<5
Zinc (Zn)	µg/L		3000	5000	5000	<20	<20	<20	<20
HAP									
Naphtalène ¹⁰	µg/L	2,4				<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Acénaphthylène	µg/L					<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Acénaphthène	µg/L					<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Fluorène	µg/L					<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Phénanthrène ¹⁰	µg/L					<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Anthracène ¹⁰	µg/L	0,1				<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Fluoranthène ^{6,10}	µg/L					<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Pyrène	µg/L					<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benzo(a)anthracène ¹⁰	µg/L					<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Chrysène ¹⁰	µg/L					<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benzo(b)fluoranthène ^{4,6}	µg/L					<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benzo(k)fluoranthène ^{4,6,10}	µg/L					<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benzo(a)pyrène ^{6,10}	µg/L					<0.0075	<0.0075	<0.0075	<0.0075
Dibenzo(ah)anthracène	µg/L					<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Benzo(g,h,i)pérylène ^{4,6,10}	µg/L					<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{4,6,10}	µg/L					<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Somme 4 HAP ⁴	µg/L					<0.04	<0.04	<0.04	<0.04
Somme 6 HAP ⁶	µg/L		0,2	0,2	1	<0.0575	<0.0575	<0.0575	<0.0575
HAP (EPA) - somme 16 (calcul du laboratoire)	µg/L					0,025	0,025	0,025	0,025
Hydrocarbures C5-C40									
Fraction C5-C8	µg/L					<30,0	<30,0	<30,0	<30,0
Fraction C8-C10	µg/L					<30,0	<30,0	<30,0	<30,0
Hydrocarbures volatils C5-C10	µg/L					<30,0	<30,0	<30,0	<30,0
Fraction C10-C16	µg/L					<8	<8	<8	<8
Fraction C16-C22	µg/L					<8	<8	<8	<8
Fraction C22-C30	µg/L					<8	<8	<8	<8
Fraction C30-C40	µg/L					<8	<8	<8	<8
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/L					<30,0	<30,0	<30,0	<30,0

Tableau 6 : Tableau des résultats analytiques – Eaux superficielles

Désignation de l'échantillon		Critères de comparaison			ESout1	ESout2
Date de prélèvement		Arrêté du 17/12/2008	AM du 11/01/2007 Annexe I	AM du 11/01/2007 Annexe II	02/07/2021	02/07/2021
Localisation		Seuil de qualité chimique des eaux	Limites et référence de qualité des eaux de consommation	Limites de qualité des eaux brutes destinées à la consommation	Galerie des Lades	Mine du Château
Métaux						
Arsenic (As)	µg/L	10	10	100	<5	<5
Cadmium (Cd)	µg/L	5	5	5	<5	<5
Chrome (Cr)	µg/L		50	50	<5	<5
Cuivre (Cu)	µg/L		2000		<10	<10
Mercurure (Hg)	µg/L	1	1	1	<0.20	<0.20
Nickel (Ni)	µg/L		20		<5	<5
Plomb (Pb)	µg/L	10	10	50	<5	<5
Zinc (Zn)	µg/L			5000	<20	<20
HAP						
Naphtalène ¹⁰	µg/L	1,0 - 2,0			<0.01	<0.01
Acénaphthylène	µg/L				<0.01	<0.01
Acénaphthène	µg/L				<0.01	<0.01
Fluorène	µg/L				<0.01	<0.01
Phénanthrène ¹⁰	µg/L				<0.01	<0.01
Anthracène ¹⁰	µg/L				<0.01	<0.01
Fluoranthène ¹⁰	µg/L				<0.01	<0.01
Pyrène	µg/L				<0.01	<0.01
Benzo(a)anthracène ¹⁰	µg/L				<0.01	<0.01
Chrysène ¹⁰	µg/L				<0.01	<0.01
Benzo(b)fluoranthène ^{4,6}	µg/L				<0.01	<0.01
Benzo(k)fluoranthène ^{4,6,10}	µg/L				<0.01	<0.01
Benzo(a)pyrène ^{6,10}	µg/L		0,01		<0.0075	<0.0075
Dibenzo(ah)anthracène	µg/L				<0.01	<0.01
Benzo(g,h,i)peryène ^{4,6,10}	µg/L				<0.01	<0.01
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{4,6,10}	µg/L				<0.01	<0.01
Somme 4 HAP⁴	µg/L		0,1		<0.04	<0.04
Somme 6 HAP⁶	µg/L			1	<0.0575	<0.0575
HAP (EPA) - somme 16 (calcul du laboratoire)	µg/L				0,025	0,025
Hydrocarbures C5-C40						
Fraction C5-C8	µg/L				<30,0	<30,0
Fraction C8-C10	µg/L				<30,0	<30,0
Hydrocarbures volatils C5-C10	µg/L				<30,0	<30,0
Fraction C10-C16	µg/L				<8	<8
Fraction C16-C22	µg/L				<8	<8
Fraction C22-C30	µg/L				<8	<8
Fraction C30-C40	µg/L				<8	<8
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/L			1000	<30,0	<30,0

Tableau 7 : Tableau des résultats analytiques – Eaux souterraines (résurgences)

5.4.1 Résultats et synthèse des investigations sur le milieu « eaux »

Les résultats analytiques indiquent des teneurs toutes inférieures aux limites de quantification du laboratoire sur l'ensemble des prélèvements effectués sur les eaux souterraines (résurgence) et superficielles.

Les traces en HAP mesurées sur le Nant Troublé en 2018, ne sont pas retrouvées. La seconde campagne permettra de confirmer ces observations. Ces résultats confirment également l'absence de migration des impacts observés dans les sols vers les milieux eaux.

6 RESULTATS DES INVESTIGATIONS SUR LES SÉDIMENTS

Annexe 4 - Plan des investigations réalisées en 2021

Annexe 5 - Bordereaux analytiques du laboratoire

Annexe 8 - Fiches de prélèvements des sédiments

6.1 Observations de terrain

Lors des prélèvements, aucun indice organoleptique notable (couleur / odeur) n'a été relevé dans les sédiments prélevés.

Les fiches de prélèvement des sédiments sont jointes en Annexe 8. Le programme analytique sur les sédiments est présenté au chapitre 3.2. Enfin, la localisation des points de prélèvements est consultable en Annexe 4.

6.2 Critères de comparaison

Les résultats d'analyses sont comparés entre eux, et interprétés par rapport aux valeurs guides suivantes (par ordre d'importance relative) :

10	Dépassement des teneurs mentionnées dans l'arrêté du 12/12/2014 pour l'acceptation en ISDI. Ces valeurs ne sont que des valeurs guides, utilisables dans le cadre de la gestion des déblais d'un site. Les installations ISDI se réservent le droit de refuser des terres si ces dernières présentent des indices organoleptiques de pollution (odeur, couleur) ou un aspect jugé suspect et ce, même si les résultats d'analyses sont inférieurs aux seuils d'acceptation existants.
-----------	---

6.3 Présentation des résultats

Le Tableau 8 en page suivante présente les résultats analytiques pour les sédiments. La légende appliquée est la suivante :

Désignation de l'échantillon			SED1	SED2	SED3
Date de prélèvement		Evacuation	02/07/2021	02/07/2021	02/07/2021
Localisation		Arrêté du 12/12/2014	Nant troublé	Vézéronce	Ruisseau des Lades
Analyse sur échantillon "brut"					
Paramètres généraux					
Matière sèche	%		82,70	97,30	85,00
Refus Pondéral à 2 mm	% P.B.		63,60	72,50	59,30
Métaux et métalloïdes					
Arsenic (As)	mg/kg		3,57	2,90	3,33
Cadmium (Cd)	mg/kg		<0,40	0,45	<0,40
Chrome total (Cr) *	mg/kg		15,80	19,40	14,40
Cuivre (Cu)	mg/kg		6,62	8,96	7,22
Mercure (Hg)	mg/kg		<0,10	<0,10	<0,10
Nickel (Ni)	mg/kg		13,40	10,10	11,00
Plomb (Pb) **	mg/kg		11,20	10,30	9,61
Zinc (Zn)	mg/kg		17,00	25,70	27,90
Hydrocarbures volatils					
Fraction C5-C8	mg/kg		<1,00	<1,00	<1,00
Fraction C8-C10	mg/kg		<1,00	<1,00	<1,00
Somme HC C5-C10	mg/kg		<1,00	<1,00	<1,00
Hydrocarbures C10-C40					
Fraction C10-C16	mg/kg		14,80	6,41	17,20
Fraction C16-C22	mg/kg		18,10	3,54	55,50
Fraction C22-C30	mg/kg		38,60	8,42	148,00
Fraction C30-C40	mg/kg		26,40	6,16	172,00
Somme HC C10-C40	mg/kg	500,0	97,90	24,50	392,00
HAP					
Naphtalène ¹⁰	mg/kg		<0,0021	0,0023	<0,002
Acénaphylène	mg/kg		<0,0021	0,01	0,07
Acénaphène	mg/kg		0,0024	0,01	0,03
Fluorène	mg/kg		0,0032	0,01	0,04
Phénanthrène ¹⁰	mg/kg		0,01	0,03	1,10
Anthracène ¹⁰	mg/kg		0,0031	0,01	0,08
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kg		0,02	0,07	1,80
Pyrène ⁸	mg/kg		0,02	0,07	1,30
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kg		0,01	0,04	0,67
Chrysène ^{8,10}	mg/kg		0,01	0,04	0,80
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kg		0,02	0,05	0,89
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kg		0,01	0,02	0,32
Benzo(a)pyrène ^{6,8,10}	mg/kg		0,02	0,03	0,58
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg		0,004	0,01	0,14
Benzo(g,h,i)peryène ^{6,10}	mg/kg		0,01	0,03	0,37
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{6,8,10}	mg/kg		0,01	0,02	0,38
Somme des 16 HAP (EPA)	mg/kg	50,0	0,16	0,44	8,60

Tableau 8 : Tableau des résultats analytiques – Sédiments

Les résultats analytiques permettent de formuler les commentaires suivants :

- tous les **ETM**, à l'exception du mercure, sont détectés en concentration modérée dans les sédiments au droit des trois localisations investiguées. Les teneurs sont du même ordre de grandeur sur les trois points ;
- la présence d'**hydrocarbures C₁₀-C₄₀** sur les trois échantillons, l'échantillon SED3 prélevé sur le ruisseau des Lades présente la plus forte teneur (392 mg/kg). Sur l'échantillon le plus marqué, les fractions retrouvées majoritairement sont les C₂₂-C₄₀, fractions les plus lourdes. Les trois concentrations sont inférieures au seuil de l'arrêté du 12/12/2014 (500 mg/g MS) ;
- la présence d'**HAP** sur les trois échantillons, l'échantillon SED3 prélevé sur le ruisseau des Lades présente la plus forte teneur (8,6 mg/kg). Les trois concentrations sont inférieures au seuil de l'arrêté du 12/12/2014 (50 mg/g MS) ;
- les concentrations en **hydrocarbures C₅-C₁₀** sont inférieures aux limites de quantification du laboratoire.

6.3.1 Synthèse des investigations sur le milieu « sédiments »

L'ensemble des échantillons ont indiqué la présence de plusieurs ETM en concentration modérée, d'hydrocarbures et dans une moindre mesure, de HAP dans des concentrations inférieures aux seuils de l'arrêté du 12/12/2014.

Concernant les échantillons SED2 et SED3, les analyses qui avaient été menées en 2018, à ces endroits sur la matrice eau superficielle, avaient indiqué l'absence de teneurs pour les mêmes composés analysés. De même, les résultats des eaux superficielles analysées au droit de SED1, lors de la présente campagne, indiquent l'absence d'impact.

Enfin pour rappel, les échantillons de sols analysés sur le site d'En Chalavray et de l'ancienne usine de Pyrimont ainsi que pour le calcaire bitumineux naturel, ont indiqué un faible potentiel lixiviable.

Concernant les hydrocarbures, sur l'échantillon le plus marqué, les fractions retrouvées majoritairement sont les C₂₂-C₄₀, fractions les plus lourdes, les moins solubles et donc plus faiblement relarguées du milieu sédiment au milieu eau.

7 SYNTHÈSE CONCERNANT LES INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES DE 2021

Sur la base des avis sollicités par l'Administration auprès de la société GEODERIS et auprès de l'ARS (Agence Régionale de Santé – délégation départementale de l'Ain), la DREAL a mis en suspens l'instruction du dossier dans l'attente d'obtenir des compléments au DADTM. L'arrêté préfectoral en date du 22/02/2021 formalise cette demande. Pour cela, des études environnementales complémentaires sont en cours de réalisation.

Les investigations ont été réalisées les 1^{er} et 2 juillet 2021 ainsi que le 2 septembre 2021, pour le prélèvement du calcaire bitumineux.

Pour le milieu « **sols** », sept sondages à la pelle mécanique, 4 sur le site d'En Chalavray (non encore investigué jusqu'à la présente étude), afin d'identifier et de prélever l'éventuelle couche de sols remaniés en surface et 3 sur l'ancienne usine de Pyrimont, afin de préciser le potentiel lixiviable des composés hydrocarbures mis en évidence lors des précédentes études.

Le calcaire bitumineux, a quant à lui, été prélevé au niveau de l'orifice de la Mine du Château, sur la paroi affleurante.

De plus, afin de préciser l'impact potentiel des anciens travaux sur les milieux « **eaux et sédiments** », quatre prélèvements d'eaux superficielles et deux, d'eaux souterraines (résurgences), ont également été effectués ainsi que trois prélèvements de sédiments, dans les cours d'eau ou résurgences pouvant être en lien avec l'ancienne concession minière.

Les résultats complémentaires ont indiqué :

- **Pour l'échantillon de calcaire bitumineux** : les résultats ont indiqué une forte présence en hydrocarbures lourds (fractions C₂₁ - C₃₅), et dans une moindre mesure, la présence de HAP et en ETM. Les hydrocarbures les plus légers sont quant à eux, très faiblement représentés. Les faibles teneurs mesurées sur les lixiviats indiquent un faible potentiel de lixiviation de la roche naturelle, c'est-à-dire un faible potentiel de migration de ces composés des sols vers les eaux superficielles et/ou souterraines.
- **Pour le milieu « sols »** :
 - **Site d'En Chalavray** :
 - de fortes teneurs en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ ainsi que dans une moindre mesure la présence de ETM et de faibles teneurs en HAP ;
 - des teneurs faibles ou à l'état de traces sur les lixiviats indiquant un faible potentiel de lixiviation des sols.
 - **Ancienne usine de Pyrimont** :
 - comme les précédentes investigations, de fortes teneurs en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ et dans une moindre mesure en HAP (les concentrations en HAP demeurant dans tous les cas inférieures aux valeurs de comparaison) ;
 - des teneurs faibles ou à l'état de traces sur les lixiviats indiquant un faible potentiel de lixiviation des sols.

Les teneurs en hydrocarbures observées sur les terrains de surface au droit des deux sites, sont sans doute en lien avec la présence du calcaire bitumineux à l'état naturel, que celui-ci soit affleurant ou remobilisé en surface par des activités anthropiques d'extraction ou de transformation.

- **Pour le milieu « eaux superficielles et souterraines »** : des teneurs toutes inférieures aux limites de quantification du laboratoire. Les traces en HAP mesurées sur le Nant Troublé en 2018, n'ont pas été retrouvées. Enfin, les résultats confirment également l'absence de migration des impacts observés dans les sols vers les milieux eaux.
- **Pour le milieu « sédiments »** : les résultats ont indiqué la présence de plusieurs ETM, d'hydrocarbures et de HAP en faibles concentrations. Les échantillons d'eaux superficielles prélevées au droit des mêmes points d'échantillonnage des sédiments ont indiqué l'absence d'impact. De plus, les échantillons de sols analysés sur le site d'En Chalavray et de l'ancienne usine de Pyrimont, ont indiqué un faible potentiel lixiviable des sols. Enfin, sur l'échantillon de sédiment le plus marqué en hydrocarbures, les fractions d'hydrocarbures les plus lourdes ont été mises en évidence, ces dernières étant les moins solubles et donc faiblement relarguables au milieu eau.

Une seconde campagne sera menée au mois de septembre 2021, sur les eaux superficielles et souterraines, afin de caractériser ce milieu à deux périodes pluvieuses différentes de l'année. Cette étude fera l'objet d'une note complémentaire et les données seront prises en compte dans la mise à jour du DADTM.



8 DEFINITION DU SCHEMA CONCEPTUEL

Le schéma conceptuel présenté ci-après est établi sur la base des données collectées lors des différentes phases d'investigations.

8.1 Aménagement de la zone d'étude et scénarios étudiés

Annexe 9 - Schéma conceptuel

Le PLU local (mairie de Chanay) prévoit le développement d'une zone naturelle à usage forestier. Dans ce contexte, le site pourrait être ponctuellement fréquenté par des promeneurs adultes et enfants, ainsi que par des ouvriers forestiers pour l'exploitation de la parcelle. Aucun bâtiment ne sera présent.

Aussi, en cohérence avec le PLU, Arcadis a étudié dans la suite de cette étude, la comptabilité sanitaire du site avec un **scénario de type promenade**.

Il a été considéré que les expositions liées à ce scénario (exposition quotidienne de courte durée sur du long terme) couvraient les expositions liées à un scénario de type « exploitation forestière » (exposition quotidienne de longue durée, quelques jours par an, avec une fréquence variable - tous les 6, 10 à plus de 50 ans).

8.2 Sources de pollutions

Les sources de pollution sont constituées des **sols** contenant des hydrocarbures C₁₀-C₄₀, des ETM et des HAP.

Par ailleurs, pour rappel, **lors des prélèvements d'eaux superficielles, réalisées en 2018**, seuls des HAP sont détectés (majoritairement à l'état de traces, et uniquement dans les échantillons prélevés au niveau du Nant Troublé en aval du site, et du Rhône en amont du site). En 2021, concernant les prélèvements d'eau superficielles réalisés dans le Rhône et le Nant en amont et aval, l'ensemble des résultats d'analyses sont inférieurs à la limite de quantification du laboratoire. Les résultats analytiques ne mettent donc pas en évidence d'impact significatif sur les eaux superficielles.

Concernant les prélèvements d'eau réalisés dans la Galerie des Lades et dans la Mine du Château en septembre 2021, l'ensemble des résultats d'analyses sont inférieurs à la limite de quantification du laboratoire.

Pour les sédiments, l'ensemble des échantillons ont indiqué la présence de plusieurs ETM, d'hydrocarbures et dans une moindre mesure, de HAP.

8.3 Voies de transferts et milieux d'exposition

Au regard des données disponibles, les **sols** et **l'air extérieur** constituent les milieux d'exposition. L'air extérieur peut potentiellement être impacté par le dégazage issu des sols lorsque les contaminants sont volatils.

8.4 Cibles potentielles

Les cibles prises en compte dans la présente étude sont les **adultes** et les **enfants** qui fréquenteront le massif forestier lors de balades quotidiennes sur le site.

Ces cibles correspondent aux usagers futurs les plus sensibles en termes d'exposition, et donc de risques sanitaires. Les calculs de risques couvrent donc les autres cibles qui pourraient être présentes sur le site, mais de façon moins exposée, en raison d'une fréquence et d'une durée d'exposition moindre.

8.5 Voies d'exposition

8.5.1 Voies d'exposition retenues

Les voies d'exposition retenues pour l'étude sont **l'ingestion de sols et de poussières** et **l'inhalation de vapeurs issues du dégazage des sols en extérieur**.

8.5.2 Voies d'exposition non retenues

En l'absence de données sur les eaux souterraines au droit du site objet de l'étude, les voies d'exposition suivantes ne sont pas étudiées :

- l'inhalation de vapeurs issues du dégazage des eaux souterraines ;
- l'ingestion et le contact cutané avec les eaux souterraines.

9 ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES

9.1 Méthodologie

Annexe 10 - Méthodologie de calcul des risques

Les risques ont été calculés respectivement pour les effets dits sans seuil (risques cancérigènes sans seuil de dose) et les effets dits à seuil (effets non cancérigènes ou effets cancérigènes à seuil de dose) des substances retenues selon des critères précis.

Les effets à seuil

Le quotient de danger est défini comme :

$$QD = DJE \text{ (Dose Journalière d'Exposition)}/DR \text{ (Dose de Référence)}$$

Les effets sans seuil

L'excès de risque unitaire (ERU) est défini pour une durée de 70 ans. L'excès de risque individuel (ERI) est défini comme suit :

$$ERI = DJE \times ERU$$

La méthodologie nationale en vigueur précise :

- les règles de cumul des effets :
 - pour les effets à seuil : addition des quotients de danger uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible
 - pour les effets sans seuil : addition de tous les excès de risques individuels
- les valeurs-seuils suivantes :
 - pour les effets à seuil, le quotient de danger (QD) est comparé à la valeur 1 ;
 - pour les effets cancérigènes, l'excès de risque individuel (ERI) est comparé à la valeur 10^{-5} .

Toutefois, les études toxicologiques pivot ayant permis de définir les VTR ne sont pas toujours suffisantes pour assurer l'unicité des mécanismes d'action toxiques et des organes cibles. Aussi, et en accord avec le principe de précaution, Arcadis ne procède pas à une addition sélective des quotients de dangers des substances ayant les mêmes mécanismes d'actions toxiques sur les mêmes organes cibles.

Arcadis procède donc à :

- **l'addition des quotients de dangers de l'ensemble des substances non cancérigènes ;**
- **l'addition des quotients de dangers de l'ensemble des substances cancérigènes à seuil de dose ;**
- **l'addition de tous les excès de risques pour l'ensemble des substances cancérigènes sans seuil de dose.**

Cette approche est cohérente avec celle menée par les agences réglementaires au niveau mondial. Ainsi, bien que l'EPA recommande l'addition des quotients de danger uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible, la connaissance des mécanismes d'action

toxique est peu développée à ce jour, et l'effet le plus sensible peut être différent entre deux substances car les effets secondaires d'une des deux substances peuvent correspondre aux effets les plus sensibles de l'autre. Dans la pratique, les agences réglementaires continuent donc encore majoritairement à se baser sur l'additivité globale des quotients de danger.

9.2 Substances retenues pour les calculs de risques et concentrations utilisées

Annexe 11 - Toxicologie des substances et organes cibles

Les données analytiques utilisées pour les calculs de risques sont constituées des concentrations dans les sols, obtenues à l'issue des diagnostics réalisés en juin 2007 (S1 à S6), novembre 2013 (PM1 à PM15), avril 2018 au droit de l'ancienne usine de Pyrimont, ainsi que des dernières investigations réalisées en 2021 (PM2021-USI-1-1 à PM2021-USI-3-1).

Seuls sont prises en compte dans les calculs de risques sanitaires les substances détectées en concentrations supérieures à la limite de quantification dans les différents milieux, les composés et les concentrations pertinentes au regard des valeurs réglementaires de gestion ou des valeurs de référence existantes, et disposant de valeurs toxicologiques de référence.

Pour les expositions en extérieur, ce sont les concentrations moyennes sur l'ensemble du site (calculées en prenant en compte les limites de quantification), toutes profondeurs confondues (n'engendrant pas de contraintes futures sur la réutilisation des terres ou les éventuels mouvements de terres sur site aux profondeurs caractérisées) qui ont été utilisées. En effet pour ces expositions, prendre en compte les concentrations maximales reviendrait à considérer que les cibles lorsqu'elles fréquentent le site, sont exposées en permanence et tout au long de leur vie au même endroit en extérieur, à des sols et poussières provenant exclusivement des zones présentant les concentrations maximales, ce qui n'a aucune réalité pour ce type d'usage futur et scénario d'exposition associé, et serait en contradiction même avec la notion de promenade.

Concernant les hydrocarbures, en l'absence de distinction entre les aliphatiques et les aromatiques lors de la quantification des coupes pétrolières, deux calculs ont été réalisés : l'un en considérant que l'ensemble des hydrocarbures était des aliphatiques, l'autre en considérant que l'ensemble des hydrocarbures était des aromatiques. La concentration de chaque coupe pétrolière a donc été affectée à la coupe aliphatique ou aromatique correspondante. On obtient alors deux valeurs de risques, la valeur de risques « réelle » se situant dans cette fourchette, les hydrocarbures étant toujours des mélanges d'aliphatiques et d'aromatiques.

Les hydrocarbures C₁₆-C₄₀ ne disposant pas de valeurs toxicologiques de références pour l'inhalation, ces substances ne sont pas prises en compte pour cette voie d'exposition.

Dans le cas des ETM, à défaut de bruit de fond local, seuls ceux dont les concentrations moyennes sont supérieures aux bornes hautes des gammes de valeurs ASPITET sont retenus pour les calculs de risques.

Concernant le mercure, sur la base des données disponibles dans la bibliographie (voir paragraphe 9.7.1.3), et en l'absence de données relatives à la spéciation du mercure, une fraction de 5 % de la concentration moyenne analysée en mercure a été retenue comme potentiellement inhalable.

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

Substances	Concentrations moyennes dans les sols en mg/kg
ETM	
Arsenic	35,13
Cadmium	0,36 (< ASPITET)
Chrome	15,93 (< ASPITET)
Cuivre	17,78 (< ASPITET)
Mercurure	1,05 (5% = 0,0525)
Nickel	14,51 (< ASPITET)
Plomb	45,16 (< ASPITET)
Zinc	38,52 (< ASPITET)
HAP	
Naphtalène	0,05
Acénaphthylène	0,05
Acénaphthène	0,05
Fluorène	0,06
Phénanthrène	0,44
Anthracène	0,09
Fluoranthène	0,33
Pyrène	0,29
Benzo (a) anthracène	0,16
Chrysène	0,17
Benzo (b) fluoranthène	0,28
Benzo (k) fluoranthène	0,15
Benzo(a)pyrène	0,22
Dibenzo (a,h) anthracène	0,06
Benzo (g,h,i) pérylène	0,20
Indeno(123-cd)pyrène	0,16
Hydrocarbures	
C ₈ -C ₁₀	1
C ₁₀ -C ₁₂	15,4
C ₁₂ -C ₁₆	61,5
C ₁₆ -C ₂₂	217,19
C ₂₂ -C ₄₀	1008,43

Tableau 9 : Concentrations d'entrée des calculs de risques

9.3 Modélisation des transferts

Annexe 12 - Justification du choix des paramètres de transfert

Annexe 13 - Équations de transferts

Annexe 14 - Feuilles de transfert sols / air ambiant

Les calculs de risques sont basés sur les concentrations des polluants dans les différents milieux de contact c'est-à-dire, les sols et l'air extérieur. Pour ce faire, il est nécessaire de procéder à une étape de modélisation des transferts gazeux des sols vers l'air ambiant. Arcadis se base sur le logiciel RISC Workbench 5.0 pour modéliser ces transferts. Les incertitudes liées à la modélisation des transferts sont présentées en paragraphe 9.7.1.3.

Les paramètres d'entrée relatifs au transfert des composés depuis les sols vers l'air ambiant sont présentés dans le tableau ci-après.

Paramètres	Quantité	Unités	Source
------------	----------	--------	--------

Paramètres	Quantité	Unités	Source
Géométrie de la source			
Profondeur du toit de la pollution par rapport au sols	0	m	Impacts dès la surface
Longueur de la zone source	150	m	Observation terrain – taille du site
Largeur de la zone source	50	m	Observation terrain – taille du site
Épaisseur de la pollution	3	m	Observation terrain
Type de sols	Sand – sables		
Taux d'infiltration	14	cm/an	Données météorologiques (précipitations : 882 mm en moyennes annuelles) – cf annexe justification de paramètres de transferts
Paramètres liés au modèle d'émission gazeuse à l'extérieur			
Hauteur de la boîte	1,5		Hauteur de respiration d'un homme
Longueur de la boîte	150		Observation terrain – taille du site
Largeur de la boîte	50		Observation terrain – taille du site
Vitesse du vent	2	m/s	Plus petite vitesse de vent enregistrée par Meteo France

Tableau 10 : Paramètres de transfert retenus

9.4 Calcul de l'exposition

9.4.1 Mode de calcul des DJE

Annexe 15 - Équations de calculs des DJE

Annexe 16 - Justification du choix des paramètres d'exposition

Les doses journalières d'exposition (D.J.E) ont été calculées à l'aide du tableur Excel. Les concentrations dans l'air ambiant ont été quant à elles modélisées à partir du logiciel Risc.

Les équations utilisées pour le calcul des DJE, issues du document "Risk Assessment guidance for superfund volume I Human Health Evaluation Manual - Part A - décembre 1989" publié par "Office of Emergency and Remedial Response" – USEPA, sont présentées en annexe.

9.4.2 Synthèse des paramètres d'exposition des cibles

Les paramètres relatifs à l'exposition des cibles sont présentés dans le tableau ci-après :

Paramètres	Quantité	Unités	Source
Paramètres liés à la cible « adulte »			
Masse corporelle moyenne	70	kg	USEPA
Durée de vie	70	an	USEPA
Quantité de sol ingérée	50	mg/j	USEPA Pondéré sur 2h de présence par jour = 8,3 mg/j
Volume d'air inhalé	20	m ³ /j	CIBLEX
Paramètres liés à la cible « enfant »			
Masse corporelle moyenne	15	kg	USEPA

Paramètres	Quantité	Unités	Source
Durée de vie	70	an	USEPA
Quantité de sol ingérée	91	mg/j	ANSES – INVS Pondéré sur 2h de présence par jour = 15,2 mg/j
Volume d'air inhalé	8,5	m ³ /j	CIBLEX

Tableau 11 : Paramètres d'exposition retenus

9.4.3 Budgets espace-temps

Le budget espace-temps des cibles est présenté dans le tableau ci-après :

Paramètres	Quantité	Unités	Source
Paramètres liés à la cible « adulte »			
Temps de présence sur le site	2	h/j	Scénario retenu
Fréquence d'exposition	350	j/an	CIBLEX
Durée d'exposition	30	ans	CIBLEX
Paramètres liés à la cible « enfant »			
Temps de présence sur le site	2	h/j	Scénario retenu
Fréquence d'exposition	350	j/an	CIBLEX
Durée d'exposition	6	ans	CIBLEX

Tableau 12 : Budgets espace-temps retenus

9.5 Choix des valeurs toxicologiques de référence

Annexe 17 - VTR retenues pour l'étude

Annexe 18 - Tableau de toutes les VTR existantes dans la littérature

Annexe 19 - Justification du choix des VTR

La note d'information de la DGS n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 en date du 31 octobre 2014 simplifie les modalités de sélection des substances chimiques ainsi que le 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. Arcadis s'appuie sur cette note pour le choix des VTR.

Ainsi, la note d'information précise que pour un composé présentant plusieurs valeurs toxicologiques de référence reconnues dans ce document, et par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES.

En l'absence de VTR proposée par l'ANSES, il est recommandé de sélectionner la VTR la plus récente parmi celles proposées par l'US-EPA, l'ATSDR ou l'OMS.

Enfin, si aucune VTR n'est retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (ANSES, US-EPA, ATSDR et OMS), il est recommandé de sélectionner la VTR la plus récente parmi celles proposées par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA.

Concernant les hydrocarbures, les institutions officielles présentées ci-dessus ne proposent pas de valeurs toxicologiques de référence. Aussi, les VTR retenues sont celles proposées par le TPH Criteria Working Group, institution reconnue dans la recherche sur les hydrocarbures totaux.

Concernant les HAP, le choix des VTR s'est basé sur la note d'information DGS du 31 octobre 2014, mais aussi sur les préconisations de l'INERIS dans son document DRC-20-180728-00256A version 1 du 17 janvier 2020.

Les composés ne présentant pas de VTR reconnue parmi les bases de données de la note d'information ne seront pas retenus dans l'étude.

9.6 Synthèse des risques calculés

Annexe 20 - Calculs de l'exposition et du risque sur site : Scénario promenade

Les résultats des calculs de risques menés sont présentés dans le tableau ci-après.

Scénario	Cibles	QD global	ERI
Promenade	Adulte	[0,02– 0,06]	2,60.10 ⁻⁰⁶
	Enfant	[0,09 – 0,14]	4,41.10 ⁻⁰⁶
Valeurs de comparaison		1	1.10 ⁻⁰⁵

Tableau 13 : Synthèse des calculs de risques – Scénario promenade

Dans le cas du **scénario promenade** :

- les Excès de Risques Individuels (ERI) calculés pour les **adultes** et les **enfants** sont **inférieurs** aux valeurs seuils en vigueur ($ERI < 10^{-05}$) ;
- les Quotients de Danger (QD) calculés pour les **adultes** et les **enfants** sont **inférieurs** aux valeurs seuils en vigueur ($QD < 1$).

Pour rappel, il a été considéré que les expositions liées au scénario promenade (exposition quotidienne de courte durée sur du long terme) couvraient les expositions liées à un scénario de type « exploitation forestière » (exposition quotidienne de longue durée, quelques jours par an, tous les 6, 10 à plus de 50 ans).

Ainsi, par extrapolation, les niveaux de risques attendus pour les ouvriers forestiers seraient également inférieurs aux valeurs seuil en vigueur.

9.7 Incertitudes entourant les calculs de risques

Les incertitudes associées aux calculs des risques sont liées d'une part aux concentrations prises en compte, d'autre part aux données de toxicité (choix de la VTR), à la modélisation des transferts et enfin aux calculs des doses d'exposition (conception et données d'entrée des modèles de transfert et d'exposition).

Les incertitudes principales sont détaillées dans les paragraphes ci-après.

9.7.1 Incertitudes sur les concentrations prises en compte

9.7.1.1 Incertitudes liées à l'échantillonnage

Le calcul des risques est basé sur des analyses d'échantillons de sol réalisés ponctuellement lors d'investigations menées sur le site.

Concernant les sols, les incertitudes liées à l'échantillonnage dépendent :

- de la taille des mailles échantillonnées ;
- de l'emplacement du sondage dans la maille ;
- du prélèvement (quelques centaines de grammes pour les sols) ;
- de la quantité d'échantillon analysée au laboratoire (quelques milligrammes pour les sols) ;

D'une manière générale, plus le nombre de prélèvements sera élevé, plus la probabilité de définir une concentration représentative des teneurs en présence sur le site sera importante.

En effet en raison de l'hétérogénéité naturelle du milieu souterrain, un constat basé sur des prélèvements ponctuels (discrétisation) ne peut raisonnablement pas prétendre à une détermination exhaustive des caractéristiques du sous-sol.

9.7.1.2 Incertitudes liées aux analyses d'hydrocarbures

La distinction aliphatique/aromatique n'a pas été effectuée bien que leur toxicité soit différente. Pour cette raison, et en application du principe de précaution, il a été supposé que les hydrocarbures mesurés étaient soit entièrement des aliphatiques soit entièrement des aromatiques. Les calculs ont donc été réalisés en appliquant les concentrations de chaque coupe pétrolière aux coupes aliphatiques et aromatiques correspondantes. On obtient alors une fourchette de valeurs de risques, dont les bornes hautes et basses permettent d'orienter les recommandations ou conclusions de l'étude. Les hydrocarbures étant toujours composés d'un mélange d'aliphatiques et d'aromatiques, il s'agit d'une approche généralement majorante.

9.7.1.3 Incertitudes sur les concentrations en mercure

Pour le mercure, dans les sols comme en milieu aqueux, deux réactions à partir du mercure divalent (Hg (II)) sont en compétition : la réduction qui favorise les échanges avec l'atmosphère et qui se passe en présence de lumière et de matières humiques ou planctoniques (réactions photochimiques et enzymatiques) et la méthylation suite à l'action de certains microorganismes qui favorise la bioconcentration dans la chaîne alimentaire. Ces réactions entrent toutefois, dans les sols comme en milieu aqueux, en compétition avec la complexation organique qui domine la spéciation du mercure.

Le mercure peut donc se trouver sous la forme de :

- mercure élémentaire Hg⁰, forme la plus mobile de par sa volatilité,
- mercure organique, forme la plus toxique de par ses capacités à se bioaccumuler le long de la chaîne alimentaire,
- mercure inorganique (HgS, HgO) ou mercure lié à la matière organique, formes les plus stables et les moins toxiques.

Dans les sols, 97 à 99% du mercure dans les sols serait lié à la matière organique. Une petite fraction pourrait toutefois se trouver sous forme Hg⁰ et 1 à 3% sous forme de méthylmercure (« Mercury study – Report to congress – USEPA » publié en décembre 1997 (EPA-4521R-97-005)). Dans sa thèse, S. Remy mentionne que 5 à 30% du Hg total dans les eaux de surface et 2% dans les sédiments de rivière et dans les sols se trouve sous forme de méthylmercure (Spéciation du mercure dans les sols et dans les eaux de surface. Application au bassin versant de la Thur (Alsace). Sandrine REMY, 2002, Thèse ULP Strasbourg).

Les deux voies principales de pénétration sont l'inhalation (mercure élémentaire et certains dérivés organiques tels que le diméthylmercure) et l'ingestion via la chaîne alimentaire (mercure organique). En l'absence de données relatives à la spéciation du mercure, **une fraction de 5 % de la concentration moyenne analysée a donc été retenue comme potentiellement inhalable.**

9.7.1.4 Incertitudes sur les concentrations d'entrée des calculs de risques

Annexe 21 - Incertitudes, Feuilles de transfert sol/extérieur -concentrations maximales

Annexe 22 - Incertitudes, Calculs de l'exposition et du risque sur site - concentrations maximales

Pour rappel, pour les expositions en extérieur, ce sont les concentrations moyennes sur l'ensemble du site (calculées en prenant en compte les limites de quantification), toutes profondeurs confondues (n'engendrant pas de contraintes futures sur la réutilisation des terres ou les éventuels mouvements de terres sur site) qui ont été utilisées. En effet pour ces expositions, prendre en compte les concentrations maximales reviendrait à considérer que les cibles, lorsqu'elles fréquentent le site, sont exposées en permanence et tout au long de leur vie au même endroit en extérieur, à des sols et poussières provenant exclusivement des zones présentant les concentrations maximales, ce qui n'a aucune réalité pour ce type d'usage futur et scénario d'exposition associé.

Dans son « Avis technique sur le dossier de Déclaration d'Arrêt Définitif des Travaux miniers (DADT) de la concession de Seyssel (01) - RAPPORT 2020/215DE – 20ARA34010 » en date du 02/12/2020, Géoderis juge que ce choix de réaliser les calculs sur la base des concentrations moyennes est un « choix non sécuritaire » car il « exclut la possibilité qu'un enfant puisse jouer régulièrement à l'aplomb d'une zone fortement contaminée et dont la configuration pourrait inciter à être préférentiellement utilisée comme aire de jeux ».

Pour cette raison, un calcul d'incertitude a été mené sur la base des teneurs maximales mesurées toutes profondeurs confondues.

Il est toutefois à noter que cette démarche est particulièrement sécuritaire car cela revient à considérer que les cibles sont exposées en permanence au même endroit en extérieur, à des sols et poussières provenant exclusivement des zones présentant les concentrations maximales.

L'hypothèse d'un enfant qui privilégierait toujours la même zone fortement contaminée comme aire de jeux est très peu plausible du fait même de l'usage futur prévu par le PLU, à savoir une zone naturelle à usage forestier, qui constitue une zone de promenade et non une aire de jeux.

Substances	Concentrations maximales dans les sols en mg/kg (calculs d'incertitudes)
ETM	
Arsenic	330
Cadmium	0,68
Cuivre	112
Mercure	53 (5% = 2,65)
Plomb	370
Zinc	170
HAP	
Naphtalène	0,34
Acénaphthylène	0,35
Acénaphène	0,52

Substances	Concentrations maximales dans les sols en mg/kg (calculs d'incertitudes)
Fluorène	0,47
Phénanthrène	11
Anthracène	1,1
Fluoranthène	2,7
Pyrène	2,6
Benzo (a) anthracène	1,3
Chrysène	1,6
Benzo (b) fluoranthène	2,6
Benzo (k) fluoranthène	2,1
Benzo(a)pyrène	2,2
Dibenzo (a,h) anthracène	0,42
Benzo (g,h,i) pérylène	1,5
Indeno(123-cd)pyrène	1,7
Hydrocarbures	
C ₈ -C ₁₀	1
C ₁₀ -C ₁₂	120
C ₁₂ -C ₁₆	650
C ₁₆ -C ₂₂	925
C ₂₂ -C ₄₀	4660

Tableau 14 : Concentrations d'entrée des calculs d'incertitudes

Scénario	Cibles	QD global	ERI
Promenade	Adulte	[0,66 – 0,67]	2,59.10⁻⁰⁵
	Enfant	[1,51 – 1,56]	4,40.10⁻⁰⁵
Valeurs de comparaison		1	1.10 ⁻⁰⁵

Tableau 15 : Résultats des calculs d'incertitudes

Dans le cas du **scénario promenade**, et dans l'hypothèse extrêmement majorante d'une exposition aux concentrations maximales dans les sols :

- concernant les adultes :

- les Excès de Risques Individuels (ERI) calculés sont **supérieurs** aux valeurs seuils en vigueur (ERI > 10⁻⁰⁵) ;

- les Quotients de Danger (QD) calculés sont **inférieurs** aux valeurs seuils en vigueur (QD < 1).

- concernant les enfants :

- les Excès de Risques Individuels (ERI) calculés sont **supérieurs** aux valeurs seuils en vigueur (ERI > 10⁻⁰⁵) ;

- les Quotients de Danger (QD) calculés sont **supérieurs** aux valeurs seuils en vigueur (QD > 1).

Les risques cancérigènes (ERI) et non cancérigènes (QD) sont liés à l'ingestion d'arsenic présent dans les sols (toutes profondeurs confondues). A titre d'information, pour atteindre des niveaux d'ERI inférieurs aux valeurs seuils en vigueur, il s'agirait de recouvrir ou traiter voire substituer les terres au droit du site présentant des teneurs supérieures à 72 mg/kg en arsenic et caractérisées par les échantillons suivants : Z2F4 ; PM14 ; PM6 ; PM2 (1-1.2) ; PM3 (0-1) ; PM3 (1-1.3) et PM19quin. Néanmoins ces actions ne sont pas recommandées, dans la mesure où elles sont jugées disproportionnées par rapport à la réalité des expositions attendues sur un site dédié à la création d'un espace naturel forestier.

Par ailleurs, traiter ces zones ne présagerait pas qu'il demeure des concentrations supérieures à 72 mg/kg ailleurs sur le site, l'impact en métaux étant probablement diffus et hétérogène.

9.7.2 Incertitudes entourant la sélection des VTR

9.7.2.1 Généralités sur la sélection des VTR

Il n'existe pas à l'heure actuelle une méthodologie universelle pour la détermination d'une VTR. Aussi, un composé peut présenter plusieurs valeurs de référence, déterminées par chaque organisme créateur.

Pour chaque étude, Arcadis choisit la valeur la plus adaptée et réalise une analyse des méthodes de construction pour chaque valeur. Cependant, il est parfois difficile de trouver des explications quant à la construction des valeurs : certains organismes comme l'USEPA présentent de façon transparente leurs conclusions, mais tous ne le font pas.

9.7.2.2 VTR des HAP

Les valeurs toxicologiques de référence des HAP ont été élaborées à partir de Facteurs d'Equivalence Toxique (TEF). Ces derniers expriment la toxicité relative d'une substance de la famille par rapport à la substance de référence de cette famille qui est le plus souvent la plus toxique et la plus étudiée. Pour les HAP, il s'agit du benzo(a)pyrène.

Les TEF sont utilisés afin de définir les relations dose-réponse pour des substances chimiques issues de la même famille. Le concept TEF est fondé sur les hypothèses que l'organe cible et l'activité toxique sont identiques pour toute molécule apparentée.

La valeur de 1 est attribuée au TEF du chef de file du groupe (le benzo(a)pyrène pour les HAP) et une valeur exprimant leur potentiel toxique relatif est donnée au TEF des autres congénères.

Le produit du facteur d'équivalence toxique d'un composé par l'excès de risque unitaire de la substance prise en référence fournit alors la relation dose-réponse.

La confiance que l'on peut accorder aux TEF n'est certes pas totale ; ils ont néanmoins le mérite d'éviter l'exclusion de composés potentiellement cancérigènes des calculs de risque alors que leur présence dans l'environnement humain est attestée par les analyses de laboratoire.

9.7.2.3 VTR du mercure

Le mercure dans un sol peut se trouver sous des formes différentes :

- mercure Hg0 ;
- le mercure organique (méthylmercure, éthylmercure,...).
- le mercure inorganique peu mobile.

Les formes les plus toxiques et les plus mobiles sont le mercure élémentaire et le mercure organique.

Les diverses formes de mercure sont susceptibles d'évoluer dans l'environnement. En effet, l'une des particularités du mercure est de subir, dans les sols, sédiments et être vivants (dont poissons) des réactions de méthylation / déméthylation.

Pour les sols, selon l'INERIS,¹ « De nombreux paramètres influencent la méthylation et la déméthylation, par exemple la concentration en ions sulfures (S²⁻) et le potentiel d'oxydo-réduction. [...] Si les conditions deviennent aérobies, HgS est oxydé en HgSO₄ qui peut subir une méthylation (Davis et al., 1997). La matière organique présente dans les sols favorise quant à elle la méthylation (Capon, 1984 ; Lyon, 1997) ».

Les conditions de transformation du mercure dans les sols restent encore mal connues.

Différentes études dédiées à la spéciation du mercure dans l'environnement concluent que le mercure dans les sols est majoritairement lié à la matière organique et qu'il est donc peu mobilisable. La part de méthylmercure dans les sols ne dépasserait pas 3% du mercure total.

(Cf. « Binding and mobility of mercury in soils contaminated by emission from chlor-alkali plants »²).

Les analyses de mercure dans les sols, réalisées lors du diagnostic approfondi ont porté sur le mercure total.

Dans cette étude, la VTR utilisée pour la voie inhalation correspond à la VTR définie pour le mercure élémentaire, aucune VTR pour le méthylmercure n'ayant été proposée.

9.7.3 Incertitudes liées à la modélisation des transferts

9.7.3.1 Incertitudes liées au modèle RISC Workbench 5.0

Un modèle est un outil construit pour reproduire « un système réel » en le simplifiant. En d'autres termes, il s'agit de rendre abordables des phénomènes trop complexes à décrire dans leur intégralité. Ces solutions analytiques sont donc des outils qui restent limités dans leur utilisation.

Les incertitudes du logiciel de calculs de risque RISC Workbench sont résumées dans le tableau suivant :

Modélisation dans l'air extérieur	Autres limites de la solution analytique
RISC utilise dans l'air extérieur un modèle de dispersion (latérale et transversale) qui n'utilise que trois paramètres, la distance de la source à la cible, la vitesse du vent et la hauteur de la zone de respiration d'un adulte (1.5 m).	La concentration est considérée infinie (recharge constante de la pollution dans le sol ou dans la nappe)
La concentration dans l'air est constante sur toute la hauteur de la « boîte ». Néanmoins, dès que l'utilisateur sort des dimensions de celle-ci, elle devient nulle. La représentation de la réalité est donc erronée.	Le modèle ne tient pas compte du fait que l'eau présente dans la zone non saturée du sol puisse s'évaporer à la surface du sol.

¹ Fiche de données toxicologiques et environnementales du mercure et dérivés du mercure – INERIS – Juillet 2000

² H. Biester, G. Müller et H.F. Schöler, 12 mai 2001

Tableau 16 : Incertitudes liées à la modélisation

Les calculs réalisés avec les équations de ce modèle sont majorants. En effet, la source de pollution est considérée comme constante dans le temps, il n'y a pas d'atténuation naturelle des concentrations dans les sols ni de biodégradation.

9.7.3.2 Incertitudes liées à la nature des sols

Il est reconnu que la nature du sol influence directement les phénomènes de transfert des polluants.

Le modèle RISC Workbench 5.0 distingue plusieurs natures de sol.

La nature de sol la plus représentative définie à partir des observations réalisées sur le terrain serait des sables.

C'est cette nature du sol qui a été utilisée dans le modèle mathématique pour le calcul de l'exposition. Ce type de sol tend plutôt à favoriser les phénomènes de transfert, il serait donc majorant.

9.7.4 Incertitudes sur les paramètres d'exposition

9.7.4.1 Préambule

La plupart des modèles multimédias possèdent une base interne équipée de paramètres standards (quantité de sols ingérée, poids de l'individu, volume d'air inhalé...).

Cependant, ces données dépendent d'un certain nombre de facteurs comme :

- l'usage du site ;
- les caractéristiques physiques du récepteur ;
- les habitudes de vie des personnes ;

mais également de bien d'autres paramètres. Aussi, afin de minimiser l'incertitude qui existe sur les données d'entrée, Arcadis s'est référé aux organismes comme l'USEPA qui disposent d'un certain nombre de données sur le sujet.

Néanmoins, chaque individu est unique et sa morphologie également. Il faut donc garder à l'esprit que tous ces paramètres sont moyennés et ne représentent qu'une vision simpliste et généralement majorante de la réalité.

9.7.4.2 Quantité de sol ingérée

Annexe 23 - Incertitudes, Calculs de l'exposition et du risque sur site - Quantité ingérée

La méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués (avril 2017) recommande, pour les enfants jusqu'à 6 ans, l'utilisation de la valeur du 95ème centile de l'étude de Stanek et al., 2001, soit 91 mg/jour, retenue dans le document INVS-INERIS publié en 20123.

Pour son étude, Arcadis a donc retenu la valeur de 91 mg de sol ingéré en 12 h pour les promeneurs enfants, ce qui équivaut à ingérer 15,2 mg de terre pour un temps de présence de 2 h sur le site.

Dans son « Avis technique sur le dossier de Déclaration d'Arrêt Définitif des Travaux miniers (DADT) de la concession de Seyssel (01) - RAPPORT 2020/215DE – 20ARA34010 » en date du 02/12/2020, Géoderis juge que le fait de ramener les quantités de sol ingérées à une fraction horaire « ne constitue pas une approche classiquement utilisée dans le cadre de la méthodologie relative aux « sites et sols pollués ». Il aurait été préférable de réaliser le calcul sur la base de la quantité de sols ingérée par jour et de commenter le résultat de ces calculs dans le cadre des incertitudes en considérant que l'hypothèse prise sur la quantité de sol ingérée était conservatoire (durée d'exposition inférieure à une journée). »

Pour cette raison un calcul d'incertitudes a été réalisé sur la base de quantité de sols non pondérées sur le temps de présence sur site, à savoir 50 mg pour un adulte, et 91 mg pour un enfant. Ces quantités sont celles habituellement utilisées en EQRS pour des expositions de type résidentiel.

Il est toutefois à noter que cette démarche est particulièrement sécuritaire car cela revient à considérer que les cibles sont exposées pendant des journées entières sur site, 350 jours par an, et donc considérer des expositions à l'ingestion de sols et poussières similaires à ce qu'elles seraient pour un enfant ou un adulte qui résiderait sur le site.

Scénario	Cibles	QD global	ERI
Promenade	Adulte	[0,07 – 0,10]	1,56.10 ⁻⁰⁵
	Enfant	[0,49 – 0,73]	2,65.10 ⁻⁰⁵
Valeurs de comparaison		1	1.10 ⁻⁰⁵

Tableau 17 : Résultats des calculs d'incertitudes

Dans le cas du **scénario promenade**, et dans l'hypothèse d'une quantité de sols et poussières lors de la promenade non pondérée par le temps de promenade :

- les Excès de Risques Individuels (ERI) calculés pour les **adultes** et les **enfants** sont **supérieurs** aux valeurs seuils en vigueur (ERI > 10⁻⁰⁵) ;
- les Quotients de Danger (QD) calculés pour les **adultes** et les **enfants** sont **inférieurs** aux valeurs seuils en vigueur (QD < 1).

Les risques cancérigènes (ERI) sont liés à l'ingestion d'arsenic présents dans les sols (toutes profondeurs confondues). A titre d'information, pour atteindre des niveaux d'ERI inférieurs aux valeurs seuils en vigueur,

³ Guide pratique 2012, Quantité de terre et de poussières ingérées par un enfant de moins de 6 ans et bioaccessibilité des polluants – Etat de connaissances et propositions, INVS-INERIS, publié en 2012

il s'agirait de recouvrir ou traiter voire substituer les terres présentant des teneurs supérieures à 25 mg/kg (valeur ASPITET), ce qui représente la grande majorité des échantillons prélevés et analysés.

Néanmoins, ces actions ne sont pas recommandées, dans la mesure où elles sont jugées disproportionnées par rapport à la réalité des expositions attendues sur un site dédié à la création d'une zone naturelle à usage forestier, où le couvert végétal naturel et la litière forestière vont, a fortiori, fortement limiter les possibilités de contact direct avec les sols, et donc leur ingestion.

9.7.5 Conclusions sur les incertitudes

De manière générale, les hypothèses et paramètres retenus pour les calculs de risque ont tendance à surestimer les risques sanitaires, ils sont conservateurs et majorants, ce qui est cohérent avec le principe de prudence appliqué en évaluation quantitative des risques sanitaires.

Ainsi il est rappelé que :

- la source a été considérée comme infinie (aucun épuisement de la source au cours du temps) ;
- aucune dilution, atténuation naturelle ou biodégradation des composés dans les sols n'a été prise en compte, alors que des études récentes tendraient à montrer que ces phénomènes joueraient un rôle important dans la limitation des transferts de polluants depuis les sols vers l'air ambiant ;
- le type de sol de type sables utilisé dans le logiciel Risc Workbench est reconnu pour majorer les transferts ;
- les données morphologiques utilisées par défaut sont conservatrices ;
- les facteurs d'exposition retenus sont majorants.

10 RAPPEL DES HYPOTHESES DE CALCUL

Les calculs de risques réalisés dans le cadre de ce dossier ont été établis sur la base des hypothèses d'aménagement suivantes :

- usage de type zone naturelle forestière avec promenade, exposition en extérieur
- pas de construction sur la zone d'étude

Ces hypothèses de travail rappelées ci-dessus ne constituent pas des restrictions d'usages. Néanmoins, toute modification de l'une de ces hypothèses nécessitera une mise à jour des calculs de risque visant à s'assurer de la compatibilité sanitaire des nouvelles hypothèses d'aménagement avec les substances détectées sur le site.

11 NOTION DE POLLUTIONS CONCENTREES ET DEMARCHE DE GESTION

Au droit du site d'étude et de ses alentours, les **hydrocarbures** présentent un bruit de fond notable compte-tenu de la nature locale des terrains. Une hétérogénéité des concentrations peut être constatée, notamment du fait de la présence de couches de bitume « pur » dans le calcaire (aspect « millefeuille – voir le chapitre 4.1).

Ainsi, les concentrations les plus élevées restent caractéristiques du terrain naturel. A ce titre, il n'est pas identifié de pollution concentrée par des hydrocarbures au droit du site d'étude au sens de la méthodologie nationale. Précisons qu'il n'est pas identifié de zone du site présentant du bitume pur en surface.

Aucune mesure de gestion n'est préconisée vis-à-vis des hydrocarbures, compte-tenu du fait que :

- **les concentrations mesurées pour les hydrocarbures ne sont pas considérées comme assimilables à une pollution concentrée, et qu'elles reflètent une condition géochimique locale naturelle ;**
- **les niveaux de risques sanitaires sont acceptables en l'état pour un usage futur conforme aux orientations du PLU (voir les conclusions de l'EQRS).**

Pour ce qui est des **ETM**, les teneurs qui se détachent du bruit de fond ne coïncident pas toujours avec l'emprise des anciennes installations. De plus, les activités historiques du site n'impliquaient a priori pas de procédé résultant en une concentration des ETM. Il est donc discutable que les pépites en ETM aient été générées par l'exploitation historique du site.

Rappelons par ailleurs que les ETM mis en évidence présentent un caractère non lixiviable (ce qui limite fortement le risque de transfert vers les eaux souterraines et de surface par le vecteur des eaux pluviales).

Les calculs d'incertitudes réalisés, selon des approches particulièrement majorantes, pourraient conduire à des mesures de gestion visant à traiter, recouvrir ou substituer les concentrations les plus importantes en arsenic mesurés dans les sols. La mise en œuvre d'éventuelles mesures de gestion doit toutefois rester proportionnée aux enjeux.

Dans le cas présent, et compte-tenu de l'usage futur du site comme zone naturelle à usage forestier, où le couvert végétal naturel et la litière forestière vont, a fortiori, fortement limiter les possibilités de contact direct avec les sols, et donc leur ingestion potentielle, ces mesures de gestion ne sont pas jugées nécessaires.

La pertinence de mettre en œuvre des actions de gestion ciblées pourrait se poser en cas d'aménagement d'aires de jeux spécifiques (ce qui n'est actuellement pas prévu). Dans cette éventualité, il ne s'agirait en aucun cas de réhabiliter l'ensemble de la zone d'étude mais d'éviter que les futures cibles puissent entrer en contact prolongé avec les teneurs les plus élevées et localisées en arsenic à savoir au droit de :

- PM3 (1-1.3) = 330 mg/kg
- PM2 (1-1.2) = 210 mg/kg
- PM3 (0-1) = 190 mg/kg
- Z2F4 = 150 mg/kg
- PM19quin = 85,8 mg/kg
- PM14 = 81 mg/kg
- PM6 = 74 mg/kg

A cet effet, d'une part l'aménagement d'aires de jeux au droit des zones concernées par ces sondages devrait être évité, d'autre part l'aménagement de telles aires de jeux en d'autres lieux sur le site devrait par principe de précaution être précédé d'une caractérisation des métaux au droit de la zone concernée en amont du projet afin de confirmer sa compatibilité ou de l'adapter / déplacer.

12 RECOMMANDATIONS

12.1 Garder la mémoire du site

Il est nécessaire de garder la mémoire de l'emplacement des sols dans lesquels des substances chimiques ont été détectées.

12.2 Risques transitoires liés à l'usage forestier

Les ouvriers forestiers, dans le cadre des usages futurs étudiés, pourraient, au regard des caractéristiques du site, être amenés à être en contact avec des terrains présentant des teneurs notables en hydrocarbures associés aux conditions géochimiques particulières du site.

Aussi, lors de travaux sur le site, le personnel devra être équipé de masques à poussières, gants, et respecter quelques règles d'hygiène simples :

- ne pas boire ni manger sur le chantier dans les zones de travail (manger dans une zone aménagée en conséquence est néanmoins possible) ;
- se laver les mains et le visage en fin de poste.
- si nécessaire, et dans le cas d'un chantier d'aménagement, ces recommandations devront apparaître dans le PGCSPS4 établi par le coordonnateur sécurité.

12.3 Gestion des déblais

Tous les déblais provenant du site et générés par d'éventuels travaux de nivellement ou d'excavation devront faire l'objet d'une gestion adaptée. Les terrains évacués du site devront être orientés vers des filières de traitement agréées (ISDI, ISDND, ISDD ou biocentre selon la nature de la pollution et le niveau de concentration).

Cette recommandation devra être conservée en annexant les rapports d'étude ou un résumé de ceux-ci aux actes de vente.

⁴ Plan général de coordination en matière de sécurité et de protection de la santé

13 CONCLUSION GENERALE

Des études environnementales complémentaires ont été menées les 1^{er} et 2 juillet 2021 ainsi que le 2 septembre 2021. Elles ont concerné les milieux sols, eaux et sédiments. De plus, un échantillon de calcaire bitumineux naturel a été prélevé afin de connaître le bruit de fond naturel local.

Ces études font suite à celles déjà menées en 2007, 2013 et 2018 par Arcadis.

Pour le milieu « **sols** », sept sondages à la pelle mécanique, 4 répartis sur le site d'En Chalavray (non encore investigué jusqu'à la présente étude), afin d'identifier et de prélever l'éventuelle couche de sols remaniés en surface et 3 sur l'ancienne usine de Pyrimont, afin de préciser le potentiel lixiviable des composés hydrocarbures mis en évidence lors des précédentes études. Le calcaire bitumineux, a quant à lui, été prélevé au niveau de l'orifice de la Mine du Château, sur la paroi affleurante.

De plus, afin de préciser l'impact potentiel des anciens travaux sur les milieux « **eaux et sédiments** », quatre prélèvements d'eaux superficielles et deux, d'eaux souterraines (résurgences), ont également été effectués ainsi que trois prélèvements de sédiments, dans les cours d'eau ou résurgences pouvant être en lien avec l'ancienne concession minière. Pour le milieu des eaux, il s'agit de la première campagne menée dans une période de pluviométrie importante.

Les résultats complémentaires ont indiqué :

- Une lithologie cohérente avec les observations passées, à savoir :
 - Sur **l'ancienne usine de Pyrimont** :
 - éventuelle couche de terre végétale, ou encore dalle béton (non rencontrée lors des investigations de 2021) ;
 - remblais sablo-limoneux sur une épaisseur de l'ordre de 0,5 à 1 m ;
 - sables graveleux à limoneux, comprenant parfois des strates bitumineuses, et/ou des passées argileuses sur 1 m à 2 m ;
 - calcaires blancs rencontrés à partir de 1 à 3 m de profondeur environ.
 - Sur le site **d'En Chalavray** :
 - terre végétale en surface jusqu'à 0,3 m / 0,4 m ou merlons sablonneux marron avec présence de blocs de calcaire présents en surface ;
 - calcaire de type craie en surface ou faciès gravelo-sableux (remblais anthropiques) observés jusqu'à 2 m.
- **Pour l'échantillon de calcaire bitumineux** : les résultats ont indiqué une forte présence en hydrocarbures lourds et dans une moindre mesure, la présence de HAP et métaux lourds. Les faibles teneurs mesurées sur les lixiviats indiquent un faible potentiel de migration de ces composés, des sols vers les eaux superficielles et/ou souterraines.
- **Pour le milieu « sols »** :
 - **Site d'En Chalavray** :
 - de fortes teneurs en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ ainsi que dans une moindre mesure la présence de métaux et de faibles teneurs en HAP ;
 - des teneurs faibles ou à l'état de traces sur les lixiviats indiquant un faible potentiel de lixiviation des sols.
 - **Ancienne usine de Pyrimont** :
 - comme les précédentes investigations, de fortes teneurs en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ et dans une moindre mesure en HAP (les concentrations en HAP demeurant dans tous les cas inférieures aux valeurs de comparaison) ;
 - des teneurs faibles ou à l'état de traces sur les lixiviats indiquant un faible potentiel de lixiviation des sols.

Les teneurs en hydrocarbures observées sur les terrains de surface au droit des deux sites, sont sans doute en lien avec la présence du calcaire bitumineux à l'état naturel, que celui-ci soit affleurant ou remobilisé en surface par des activités anthropiques d'extraction ou de transformation.

- **Pour le milieu « eaux superficielles et souterraines » :**
 - des teneurs toutes inférieures aux limites de quantification du laboratoire ;
 - les traces en HAP mesurées sur le Nant Troublé en 2018, n'ont pas été retrouvées.

- **Pour le milieu « sédiments » :**
 - la présence de plusieurs ETM, d'hydrocarbures et dans une moindre mesure, de HAP en faibles concentrations. Sur l'échantillon de sédiment le plus marqué en hydrocarbures, les fractions d'hydrocarbures les plus lourdes ont été mises en évidence, ces dernières étant les moins solubles et donc faiblement relargables au milieu eau.
 - les échantillons d'eaux superficielles prélevées au droit des mêmes points d'échantillonnage des sédiments (2018 et 2021) ont indiqué l'absence d'impact ;
 - par ailleurs, les échantillons de sols analysés sur le site d'En Chalavray et de l'ancienne usine de Pyrimont, ont indiqué un faible potentiel lixiviable des sols du secteur.

Sur la base des données disponibles et des calculs réalisés, le site, dans son état actuel, est compatible du point de vue sanitaire avec un scénario de type promenade, et donc avec l'usage futur tel que prévu par le PLU local à savoir une zone naturelle forestière.

Les hypothèses de calculs et les recommandations énoncées ci-avant devront être respectées.

Aucune mesure de gestion n'est envisagée au droit du site (excavations, recouvrement...) au regard de :

- la nature locale des terrains (calcaires bitumineux) et de leurs caractéristiques chimiques ;
- l'acceptabilité des niveaux de risques sanitaires en l'état (voir conclusion de l'EQRS ci-dessus) ;
- l'absence de potentiel de lixiviation identifié pour les ETM ;
- de l'absence de procédé historiquement employé au droit du site d'étude et qui pourrait expliquer des concentrations ponctuellement plus élevées en ETM.

Les calculs d'incertitudes réalisés, selon des approches particulièrement majorantes, pourraient conduire à des mesures de gestion visant à traiter, recouvrir ou substituer les concentrations les plus importantes en arsenic mesurés dans les sols. La mise en œuvre d'éventuelles mesures de gestion doit toutefois rester proportionnée aux enjeux.

Néanmoins, dans le cas présent, et compte-tenu de l'usage futur du site comme zone naturelle à usage forestier, où le couvert végétal naturel et la litière forestière vont, a fortiori, fortement limiter les possibilités de contact direct avec les sols, et donc leur ingestion potentielle, ces mesures de gestion ne sont pas jugées nécessaires. Par ailleurs, traiter les sols présentant les concentrations les plus importantes en arsenic ne présagerait pas qu'il demeure des concentrations supérieures ailleurs sur le site, l'impact en métaux étant probablement diffus et hétérogène.

La pertinence de mettre en œuvre des actions de gestion ciblées pourrait se poser en cas d'aménagement d'aires de jeux spécifiques (ce qui n'est actuellement pas prévu). Dans cette éventualité, il ne s'agirait en aucun cas de réhabiliter l'ensemble de la zone d'étude mais d'éviter que les futures cibles puissent entrer en contact prolongé avec les teneurs les plus élevées et localisées en arsenic à savoir au droit de :

- PM3 (1-1.3) = 330 mg/kg
- PM2 (1-1.2) = 210 mg/kg
- PM3 (0-1) = 190 mg/kg
- Z2F4 = 150 mg/kg
- PM19quin = 85,8 mg/kg
- PM14 = 81 mg/kg
- PM6 = 74 mg/kg

A cet effet, d'une part l'aménagement d'aires de jeux au droit des zones concernées par ces sondages devrait donc être évité, d'autre part l'aménagement de telles aires de jeu en d'autres lieux sur le site devrait par principe précaution être précédé d'une caractérisation des métaux au droit de la zone concernée en amont du projet afin de confirmer sa compatibilité ou de l'adapter / déplacer. Arcadis attire également l'attention de TRMC (filiale d'EUROVIA) sur les points suivants :

- toute modification des hypothèses de départ et du projet tels que décrits dans le présent document ne pourra être envisagée qu'après réalisation d'une étude complémentaire afin de valider la compatibilité sanitaire du site avec le nouveau projet ;
- lors d'éventuels travaux d'aménagement, il est recommandé de respecter quelques règles simples et usuelles d'hygiène sur ce type de chantier (lavage des mains, interdiction de manger...) ;
- les déblais générés par les travaux d'aménagement et de terrassements sont susceptibles de ne pas être acceptés en ISD inertes. Si tel était le cas, ces déblais devront donc être éliminés en filière agréée.



Limitations du rapport

Arcadis a élaboré ce rapport pour l'usage exclusif de TRMC (filiale d'EUROVIA), selon la proposition technique et financière, FR0121.000221_EUROVIA_COMPLEMENTS_DADTM_SEYSSEL_phase1_V2 du 19/03/2021.

Ce rapport, ainsi que l'ensemble de ses annexes, constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication partielle ou reproduction partielle de ce rapport et annexes, ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations d'Arcadis ne sauraient engager la responsabilité de celle-ci.

Il est rappelé que les résultats de la reconnaissance s'appuient sur un échantillonnage ponctuel, et que cette méthodologie ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité du ou des milieux étudiés.

Par ailleurs les conclusions de la présente étude valent que pour les usages, scénarios, composés et valeurs toxicologiques considérés. La prise en compte d'autres usages, d'un part, ou de nouveaux résultats analytiques et données toxicologiques, d'autre part, pourrait conduire à la révision et à l'actualisation des conclusions de la présente étude.

Les conclusions et recommandations du présent rapport sont basées pour partie sur des informations extérieures fournies par les personnes et entités auxquelles elles ont été demandées, non garanties par Arcadis ; sa responsabilité en la matière ne saurait être engagée.

Enfin l'utilisation de ce rapport et de ses annexes à d'autres fins que celles définies dans la proposition Arcadis, par TRMC ou par des tiers, est de l'entière responsabilité de l'utilisateur.

Droit d'auteur

© Ce rapport est la propriété exclusive d'Arcadis. Seul le destinataire du présent rapport est autorisé à le reproduire ou l'utiliser pour ses propres besoins. Ce rapport pourra être transmis aux tiers via les actes notariés.