DEKRA INDUSTRIAL SAS

Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site

Prestation globale PG avec missions codifiées A100, A110, A120, A200, A210, A220, A230, A320 et A330 selon la norme NF X 31-620-2

SIVOM de la Région de Cluses

Site à l'étude : Ancienne décharge des Valignons situées sur les communes de Marnaz et de Thyez (74)

DEKRA INDUSTRIAL SAS
36, Avenue Jean Mermoz
69355 LYON CEDEX 08

Tél. 04 72 78 13 73
Fax. 04 72 78 13 51

Affaire n° : 52764094-PG

Chef de Projet *: Gary GRECH*

Superviseur : *Guillaume PECH*

Les prestations d'études, assistance et contrôle (domaine A) et ingénierie des travaux de réhabilitation (domaine B) relatifs aux activités Sites et Sols Pollués de DEKRA INDUSTRIAL SAS sont certifiées par le LNE suivant le référentiel de certification de service des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués. Plus d'information sur www.lne.fr

Modifications et évolutions

Date	*Indice*	*Modifications apportées*
23/01/2020	V0	Plan de gestion sans EQRS

RESUME NON-TECHNIQUE DE L'ETUDE

CONTEXTE DE LA MISSION	De juin 1973 à avril 1979, le SIVOM de la Région de Cluses a installé dans la zone industrielle des Valignons, sur les communes de Marnaz et de Thiez, en bordure de la Rivière l'Arve, une station mobile d'incinération dans l'attente de la construction de l'usine de Marignier, qui a vu le jour en 1981-1982. Le SIVOM de Cluses a reçu un arrêté préfectoral, daté du 3 décembre 2015, prescrivant une étude destinée à déterminer les modalités de la mise en sécurité définitive de l'ancienne décharge des Valignons sur les communes de MARNAZ et THYEZ. C'est dans cette optique que le SIVOM de Cluses a lancé le marché « Impact sur les milieux et mise en sécurité de l'ancienne décharge des Valignons située sur la commune de Marnaz ».
OBJECTIF	Le plan de gestion (PG) est un document d'orientation qui vise à étudier différents scénarios de gestion d'une pollution. Ce document fait la synthèse des études visant à identifier et caractériser la pollution d'un site et de son environnement (études historiques et documentaires, diagnostics, IEM,…). Il analyse différentes mesures de gestion possibles et dresse un bilan coûts/avantages de ces mesures de gestion
INVESTIGATIONS SUR LES SOLS (A200)	Les investigations sur les sols ont été menées en plusieurs phases de diagnostics entre 2014 et 2018. Ces différentes phases ont consisté en la réalisation de fouilles à la pelle mécanique et l'analyses des sols. Ces fouilles ont permis de déterminer la configuration du massif de déchets et de déterminer les impacts présents au sein de ce massif Deux zones ont été séparée une zone aval à l'ouest et une zone amont à l'est séparées par le pont des chartreux. Il a été observé en amont: • Une absence d'impact important • Une présence diffuse en hydrocarbures et HAP due à priori à la mauvaise qualité des remblais Il a été observé en aval : • Un impact importante n hydrocarbures totaux C10-C40 a été constaté • Un impact plus localisé mais importante en concentration a été observé en dioxine furane • Un impact diffus en BTEX HAP et COHV observé au droit du site. De plus ces investigations ont permis d'établir que le massif de déchets occupait un volume de 133 000m^3
INVESTIGATIONS SUR LES EAUX SOUTERRAINES (A210)	Des ouvrages piézométriques ont été installé sur le site permettant de réaliser le suivi des eaux souterraines au droit du site. Ces ouvrages ont permis de démontrer la présence d'un impact diffus en hydrocarbures et la présence ponctuelle de PCB et dioxine furanes. Un point en particulier se démarque il s'agit du piézomètre Pz2 qui présente une phase pure flottante. Cette phase est principalement composée d'hydrocarbures de PCB et de COHV. Il s'agit d'un impact localisé indiquant la présence d'une source de pollution à proximité. Sur l'ensemble des autres ouvrages les concentrations mesuré en 2014 ont globalement diminuée pour etre sur la majorité des ouvrages sous les limites de quantification du laboratoire. Les différentes campagnes de mesures ont permis de déterminer un sens d'écoulement globalement orienté vers le nord nord-ouest soit vers l'Arve et dans son sens d'écoulement.
INVESTIGATIONS SUR LES EAUX SUPERFICIELLES ET SEDIMENTS (A220)	Les différentes investigations sur les eaux superficielles de l'Arve et sur les sédiments n'ont pas permis de déterminer un impact pérennes sur ces milieux, des observations ponctuelles sont réalisée mais non inscrite dans le temps.

INVESTIGATIONS SUR LES GAZ DU SOLS (A230)	Les mesures réalisée dans les ouvrages mis en place sur le site ont montrées • une absence d'impact sur la zone amont • la présence sur la zone aval de gaz volatils en COHV et hydrocarbures de plus les mesures ont montrées que le massif de déchets ménager présent an aval est en phase d'extinction du fait de sa faible production d'H2S et de CO2.
ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES (A320)	L'EQRS réalisé en accord avec le projet d'aménagement futur (chemin piétons) à montrer que : • Les deux scénarii envisagés sont compatibles avec l'usage futur envisagé • Les deux scénarii permettent un isolement du massif de déchets avec la faune et la flore locale.
IDENTIFICATION DES DIFFERENTES OPTIONS DE GESTION POSSIBLES (A330)	Les analyses ont montré que la **zone amont** ne présentait pas d'impact et ne serait donc pas concerné par une solution de gestion de la pollution. Concernant la **zone aval** deux solutions sont envisagé : • Un scénario à minima dit d'encapsulation il s'agirait de réalisation un drainage du massif de déchet de le conforter sur le bord de rivière et de réaliser un recouvrement multicouche afin de l'isoler et permettre un réaménagement. Pour un cout estimé entre 1,4 et 1,8 millions d'euro. • Un scénario dit de pollution concentré visant à retirer les zones de pollution concentré afin de diminuer la charge en polluant présent dans le massif de déchets et ensuite de réaliser un reprofilage et une encapsulation du massif permettant de l'isoler et faire un réaménagement du site. Pour un cout estimé entre 5,1 et 5,6 million d'euros. Pour ces deux scénarii un suivi du site via les eaux souterraines et superficielles et les gaz du sol devra être réalisé afin de vérifier l'absence d'impact dans le temps de la décharge sur le milieu.
RECOMMANDATIONS	Le scénario dit de pollution concentré semble devoir être à privilégier afin de permettre de retirer la plus grosse charge de polluant possible et de permettre une encapsulation avec le moins de risque d'impact dans le futur possible. L'encapsulation ne permettant pas à elle seule de garantir une absence d'impact sur les 20 prochaines années.

IDENTIFICATION

DONNEUR D'ORDRE	**SIVOM de la Région de Cluses** 185 avenue de l'Eau Vive BP 60062 74 311 THYEZ Cedex		
INTERLOCUTEUR	Interlocuteur : Monsieur Éric GIL Courriel : eric.gilsivom@wanadoo.fr Tél : 04 50 98 43 14		
SITE A L'ETUDE	Ancienne décharge des Valignons, localisée en rive gauche de l'Arve de part et d'autre du pont des Chartreux sur les communes de Marnaz et de Thyez (74)		
TYPE D'ETUDE	Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site		
MISSIONS (SELON NFX-31620-2)	A100, A110, A120, A200, A210, A220, A230, A320 et A330		
N° D'AFFAIRE	52764094		
MOTS CLES	Décharge, eaux souterraines, gestion, déchets		
VERSIONS	V0	23/01/2020	Création du document
	V1	16/09/2020	
SOUS-TRAITANCE	Laboratoire : SYNLAB (ex ALCONTROL), EUROFINS et AGROLAB		
	Forage : ABYSSE		
CHEF DE PROJET	Gary GRECH		
SUPERVISEUR	Guillaume PECH		
INGENIEUR EQRS	Laure PLASSAS	-	
SUPERVISEUR EQRS	Marie GAULME	-	

SOMMAIRE

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS 17
1.1 Contexte 17
1.2 objectifs 18
2 LIMITES DE L'ETUDE / METHODOLOGIE 19
3 SOURCES D'INFORMATIONS ET ORGANISMES CONSULTES 20
4 MISSION A100 : VISITE DE SITE 23
4.1 Situation 23
4.2 Localisation cadastrale 24
4.3 PLAN local d'urbanisme (PLU) 26
4.4 Description du site 26
4.5 Accessibilité au site 29
4.6 Description de l'environnement proche du site d'étude 30
4.7 Mesure de mise en sécurité du site et mesure d'urgence 32
5 MISSION A110 : ETUDE HISTORIQUE, DOCUMENTAIRE ET MEMORIELLE 33
5.1 Objectifs 33
5.2 Recensement national 33
5.3 Informations recueillies auprès du SIVOM 34
5.4 Interview et recueil des anciens salariés 35
5.5 Informations recueillies aupres de la préfecture 36
5.6 Informations recueillies aupres du SM3A 37
5.7 Contexte historique local basé sur l'Etude des photographies aériennes anciennes 37
5.8 Informations recueillies auprès de la mairie de marnaz 49
5.9 Incidents et accidents répertoriés sur le site d'étude 50
5.10 etude environnemenatle réalisée par INGEOS en 2009 50
5.11 etude geotechnique réalisée par SOLEN en 2000 51
5.12 Synthèse de l'historique du site 53
6 MISSION A120 : ETUDE DE VULNERABILITE DES MILIEUX 55
6.1 Contexte géologique 55
6.2 Contexte hydrogéologique 56
6.3 Contexte hydrologique 62
6.4 espaces protégés 66
6.5 Données météorologiques 67
6.6 Zone inondable 68
6.7 Risques technologiques 68
6.8 Sites BASIAS et BASOL à proximité du site 68
7 SOURCES DE POLLUTION POTENTIELLES 71

8 SCHEMA CONCEPTUEL INITIAL 72

8.1 Usage 72
8.2 Cibles et enjeux potentiels a proteger 72
8.3 rappel des Sources potentielles identifiées 72
8.4 milieux potentiellement impactés 73
8.5 Identification des voies d'exposition et de transfert potentiels 73

9 MISSION A200 – INVESTIGATIONS SUR LES SOLS REALISEES EN FEVRIER 2014 78

9.1 Objectifs 78
9.2 Démarches préalables à l'intervention 78
9.3 Nature des investigations 78
9.4 STRATEGIE D'INVESTIGATION 79
9.5 localisation des investigations 79
9.6 Observations lors de la réalisation des sondages 83
9.7 emprise du massf de déchets 86
9.8 Stratégie d'échantillonnage des sols 88
9.9 Conditionnement et conservation des échantillons 88
9.10 Programme analytique réalisé sur le milieu sol 89
9.11 Choix des valeurs de référence 91
9.12 Résultats des analyses 93
9.13 Interprétation des résultats 98

10 MISSION A200 – INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LES SOLS REALISEES EN AOUT 2014 105

10.1 Objectifs 105
10.2 Démarches préalables à l'intervention 105
10.3 Nature des investigations 105
10.4 STRATEGIE D'INVESTIGATION 105
10.5 localisation des investigations 105
10.6 Stratégie d'échantillonnage des sols 109
10.7 Conditionnement et conservation des échantillons 109
10.8 Programme analytique réalisé sur le milieu sol 109
10.9 Choix des valeurs de référence 109
10.10 Résultats des analyses 109
synthèse des résultats analytiques 111

11 MISSION A200 – INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LES SOLS REALISEES EN JANVIER 2018 112

11.1 Objectifs 112
11.2 Démarches préalables à l'intervention 112
11.3 Nature des investigations 112
11.4 Localisation des investigations 113
11.5 Observations lors de la réalisation des sondages 114

11.6 Stratégie d'échantillonnage des sols 115
11.7 Conditionnement et conservation des échantillons 115
11.8 Programme analytique réalisé sur le milieu sol 115
11.9 Choix des valeurs de référence 116
11.10 Résultats des analyses 116
11.11 Interprétation des résultats 118
11.12 SyntHèse 118
12 MISSION A200 – INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LES SOLS REALISEES EN OCTOBRE 2018 119
12.1 Objectifs 119
12.2 Démarches préalables à l'intervention 119
12.3 Nature des investigations 119
12.4 Localisation des investigations 120
12.5 Observations lors de la réalisation des sondages 122
12.6 Stratégie d'échantillonnage des sols 123
12.7 Conditionnement et conservation des échantillons 123
12.8 Programme analytique réalisé sur le milieu sol 124
12.9 Choix des valeurs de référence 125
12.10 Résultats des analyses 125
12.11 Interprétation des résultats 129
12.12 SyntHèse 130
12.13 emprise du massif de déchets ménagers sur le secteur aval 130
12.14 Determination du volume de déchets 132
13 ESSAIS DE PERMEABILITE 134
13.1 Objectifs 134
13.2 Protocole utilisé 134
13.3 Localisation des essais de perméabilité 135
13.4 Pédologie 135
13.5 Résultats 135
14 MISSION A210 - INVESTIGATIONS SUR LES EAUX SOUTERRAINES 137
14.1 Objectifs 137
14.2 Démarches préalables à l'intervention 137
14.3 réalisation du réseau de surveillance 137
14.4 piezometrie 139
14.5 Purge et echantillonnage 142
14.6 observations et mesures de terrain 142
14.7 Programme analytique 143
14.8 Choix des valeurs de reference 144

14.9 evolution des resultats sur LE MILIEU eaux souterraines 144
14.10 resultats sur les eaux souterraines du captage AEP 152
15 INVESTIGATIONS SUR LES EFFLUENTS DE LA CANALISATION D'ASSAINISEMENT ENTERREE TRAVERSANT LE SECETEUR AVAL 154
15.1 Objectifs 154
15.2 caractéristique de la canalisation enterrée d'assainissement 154
15.3 prélèvements et résultats analytiques 155
16 INVESTIGATIONS SUR LA RESURGENCE EN PIED DE TALUS DU SECTEUR AVAL 157
16.1 Objectifs 157
16.2 Localisation du point de prélèvement 157
16.3 echantillonnage 158
16.4 observations et mesures de terrain 158
16.5 Programme analytique 158
16.6 Choix des valeurs de reference 159
16.7 résultats 159
16.8 Interprétation des résultats 161
17 MISSION A220 - INVESTIGATIONS SUR LES SEDIMENTS ET LES EAUX SUPERFICIELLES 162
17.1 Objectifs 162
17.2 investigations sur les eaux superficielles de l'Arve 162
17.3 investigations sur les sediments de l'Arve 168
18 MISSION A230 - INVESTIGATIONS SUR LES GAZ DU SOL REALISES 173
18.1 Objectif 173
18.2 le biogaz 173
18.3 Stratégie d'investigation 174
18.4 Installations des piézairs 176
18.5 mesures semi quantitatives au PID 176
18.6 Prélèvement de gaz du sol 177
18.7 Programme analytique 178
18.8 Choix des valeurs de référence 178
18.9 Résultats analytiques 178
19 MISSION A230 - INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LES GAZ DU SOL REALISES EN OCTOBRE ET NOVEMBRE 2018 180
19.1 Objectif 180
19.2 Installations des piézairs 180
19.3 Localisation des piézairs 181
19.4 Analyse des biogaz 182
19.5 nterprétation des résultats 183
20 SYNTHESE DES MILIEUX INVESTIGUES 184

21 SYNTHESE DES MILIEUX INVESTIGUES 185

22 SCHEMA CONCEPTUEL V1 DE L'ETAT ACTUEL DU SITE 186

22.1 Usage 186

22.2 Cibles et enjeux potentiels a proteger 186

22.3 anomalies identifiées et milieux impactés 186

22.4 Identification des voies d'exposition et de transfert 187

23 CARACTERISATION DES SOURCES DE POLLUTION CONCENTREE 193

23.1 Méthode n°1 Interprétation des constats de terrain 194

23.2 Méthode n°2 Analyse statistique des données disponibles 197

23.3 Méthode n°4 : Cartographie fondée sur des méthodes déterministes 200

23.4 Croisement des approches 201

23.5 Caractérisation de pollution dans les eaux souterraines 204

24 PROPOSITION DES OBJECTIFS DE REHABILITATION 205

24.1 Objectifs proposé pour les sols 205

24.2 Objectifs proposé pour les eaux souterrianes 205

25 MISSION PLAN DE GESTION AVEC BILAN COUTS/AVANTAGES 207

25.1 Objectifs 207

25.2 Agregation des resultats et evaluation des impacts et des risques 207

25.1 Projet d'aménagement du site 210

25.2 Bilan coûts/avantages des solutions de dépollution 210

FIGURE 21 : LOGIGRAMME PRESENTANT LE CHEMINEMENT D'ETABLISSEMENT D'UN BCA (ADEME, MARS 2017) 211

25.3 principe des mesures de gestion envisagées sur le secteur aval scénario 1 – confinement du massif de déchets 212

25.4 Estimation budgétaire des mesures de gestion envisagées sur le secteur aval 217

25.5 restriction d'usages et SIS 218

25.6 principe des mesures de gestion envisagées sur le secteur aval scénario 2 – excavation ds sources concentrées et confinement 220

25.7 Estimation budgétaire des mesures de gestion envisagées sur le secteur aval 226

25.8 Evaluation des deux scénarios 227

25.9 restriction d'usages et SIS 231

26 MISSION A320 – ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES (ARR) 233

26.1 Principes de l'ARR 233

27 MISSION A320 : ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES 234

27.1 RAPPEL DES PRINCIPES D'UNE ARR 236

27.2 COLLECTE ET ANALYSE DES DONNEES 239

27.3 EVALUATION DES DANGERS 249

27.4 EVALUATION DES EXPOSITIONS 253
27.5 CARACTÉRISATION DES RISQUES 258
28 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 269
29 LIMITES ET INCERTITUDES DE LA MISSION – JUSTIFICATION DES ECARTS 271
29.1 Incertitudes liées aux investigations 271
29.2 Incertitudes liées aux résultats d'analyses 271
29.3 Autres limites ou incertitudes 271
29.4 Justification des écarts 271

TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des sites internet consultés et personnes contactées ou interviewées 20
Tableau 2 : Liste des documents et organismes consultés 21
Tableau 3 : références des clichés consultés 22
Tableau 4 : Estimation des quantités de déchets apportés, incinérés et enfouis sur le site des Valignons (SIVOM) 35
Tableau 5 : Libellé des anciennes activités autorisée par un arrêté préfectoral (Préfecture de la Haute-Savoie) 37
Tableau 6 : Synthèse de l'historique du site du secteur aval 53
Tableau 7 : Synthèse de l'historique du site du secteur amont 54
Tableau 8 : Caractéristiques des ouvrages resencés comme point d'eau dans un rayon de 1 km au sein de la BSS 58
Tableau 9 : Caractéristiques des espaces protégés dans le secteur à l'étude (500 m) 67
Tableau 10 : Sites BASIAS localisé en aval hydrogéologique du secteur à l'étude (rayon de 200 m) 69
Tableau 11 : Synthèse des zones identifiées à risque 71
Tableau 12 : Caractéristiques physico-chimiques des polluants 71
Tableau 13 : Synthèse des zones identifiées à risque 72
Tableau 14 : Voies de transfert et nature des expositions sur site (secteur aval et amont) 74
Tableau 15 : Voies de transfert et nature des expositions hors site (secteur aval et amont) 75
Tableau 16 : Coordonnées géographiques des fouilles sur le secteur amont 79
Tableau 17 : Coordonnées géographiques des fouilles sur le secteur aval 80
Tableau 18 : Résultats des COV mesurées avec le PID sur le secteur aval 86
Tableau 19 : Mode opératoire de prélèvements des échantillons de sols 88
Tableau 20 : Programme analytique réalisé sur le secteur aval 89
Tableau 21 : Programme analytique réalisé sur le secteur amont 90
Tableau 22 : Présentation des limites et des normes des paramètres recherchés 90
Tableau 23 : Présentation des limites et des normes des packs ISDI 91
Tableau 24 : AM 12/12/14 - Seuil réglementaire sur éluât 93
Tableau 26 : AM 12/12/14 - Seuil réglementaire sur brut 93
Tableau 26 : Résultats analytiques des tests inertes sur les sols 94
Tableau 27 : Résultats analytiques sur les sols des composés organiques (1/2) 95
Tableau 28 : Résultats analytiques sur les sols des composés organiques (2/2) 96
Tableau 29 : Résultats analytiques sur les sols des composés inorganiques (1/2) 97
Tableau 30 : Résultats analytiques sur les sols des composés inorganiques (2/2) 97
Tableau 31 : Résultats analytiques sur les sols des dioxines et furanes 97
Tableau 32 : Coordonnées géographiques des fouilles complémentaires sur le secteur aval 107
Tableau 33 : Programme analytique 109
Tableau 34 : Résultats analytiques des composés organiques 110
Tableau 36 : Sstratégie d'investigation du milieu sol 112
Tableau 37 : Coordonnées géographiques des sondages 113
Tableau 38 : Présentation des normes analytiques sur le milieu sol 115
Tableau 39 : Résultats analytiques des composés organiques 117

Tableau 40 : Résultats analytiques des composés inorganiques 117
Tableau 41 : Sstratégie d'investigation du milieu sol (sur site) 120
Tableau 42 : Coordonnées géographiques des sondages 120
Tableau 43 : Programme analytique sur le milieu sol 124
Tableau 44 : Présentation des normes analytiques sur le milieu sol 124
Tableau 45 : Présentation des limites et des normes des packs ISDI 125
Tableau 46 : Résultats analytiques des composés organiques 126
Tableau 47 : Résultats analytiques des tests ISDI 127
Tableau 48 : Résultats analytiques des composés inorganiques 128
Tableau 49 : Résultats analytiques des dioxines/furanes et PSB-DL 128
Tableau 50 : Résultats des essais de perméabilité 136
Tableau 51 : Caractéristiques du réseau de surveillance piézométrique 137
Tableau 52 : Présentation des normes analytiques sur le milieu eau souterraine 143
Tableau 53 : Résultats analytiques sur les effluents de la canalisation enterrée 156
Tableau 54 : Coordonnées géographiques de la résurgences en pied de talus du secteur aval 158
Tableau 55 : Présentation des normes analytiques sur les eaux de résurgences 159
Tableau 56 : Résultats analytiques sur les eaux de la résurgence 160
Tableau 57 : Coordonnées géographiques des prélèvements d'eaux superficielles 163
Tableau 58 : Présentation des normes analytiques sur le milieu eau superficielle 165
Tableau 59 : Coordonnées géographiques des prélèvements d'eaux superficielles 168
Tableau 60 : Présentation des normes analytiques sur le milieu sédiment 170
Tableau 61 : Résultats analytiques sur les sédiments de l'*Arve* 171
Tableau 62 : Stratégie d'investigation des gaz du sol 174
Tableau 63 : Résultats des mesures PID effectuées sur les piézairs du secteur aval le 05/08/2018 176
Tableau 64 : Stratégie d'échantillonnage des gaz du sol 177
Tableau 65 : Présentation des normes analytiques sur le milieu gaz du sol 178
Tableau 66 : Résultats analytiques sur les gaz du sol (août 2014) 179
Tableau 67 : Coordonnées géographiques des piézairs complémentaires 181
Tableau 68 : Mesures in-situ enregistrées le 08/11/2018 au droit des piézairs complémentaires sur le secteur aval 183
Tableau 69 : Synthèse des milieux investigués sr le secteur amont et aval 185
Tableau 70 : Anomalies identifiées par milieux (sur site) 186
Tableau 71 : Anomalies potentielles par milieux (hors site) 187
Tableau 72 : Voies de transfert et nature des expositions sur site (secteur amont) 188
Tableau 73 : Voies de transfert et nature des expositions sur site (secteur aval) 189
Tableau 74 : Voies de transfert et nature des expositions potentielles hors site (secteur aval) 190
Tableau 75 : Synthèse des impacts 210
Tableau 76 : Objectifs de réhabilitation sur le secteur aval ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Tableau 77 : Estimation budgétaire des mesures de gestion envisagées sur le secteur aval 217

FIGURES

Figure 1 : Localisation géographique du site 23
Figure 2 : Vue aérienne de la zone d'étude 24
Figure 3 : Situation cadastrale sur le secteur amont 25
Figure 4 : Situation cadastrale sur le secteur aval 25
Figure 5 : Plan Local d'Urbanisme 26
Figure 6 : Description du site et des infrastructures du secteur aval 27
Figure 7 : Description du site et des infrastructures du secteur amont 28
Figure 8 : Photographies des déchets et stockage sur site 29
Figure 9 : Accessibilité au site 30
Figure 10 : Description de l'environnement proche du site (rayon de 200 m) 31
Figure 14 : Bâtiments industriels présents en partie sud du secteur aval 32
Figure 12 : Emplacement des anciens fours et de la zone des déchets enfoui selon M. PELLET 36
Figure 13 : Photographie aérienne de 1967 38
Figure 14 : Photographie aérienne de 1971 39
Figure 15 : Photographie aérienne de 1973 40
Figure 16 : Photographie aérienne de 1976 41
Figure 17 : Photographie aérienne de 1978 42
Figure 18 : Photographie aérienne de 1980 43
Figure 19 : Photographie aérienne de 1986 44
Figure 20 : Photographie aérienne de 1995 45
Figure 21 : Photographie aérienne de 2004 46
Figure 22 : Photographie aérienne de 2012 47
Figure 23 : Zone remaniée correspondant à l'emprise théorique de la décharge sur le secteur aval 48
Figure 24 : Permis de construire des bâtiments industriels localisés au sud du secteur aval 49
Figure 25 : Localisation des investigations de sol réalisées par INGEOS en 2009 50
Figure 26 : Procès-verbal de visite de fond de fouille du 07/04/2000 (source : SOLEN GEOTECHNIQUE) 51
Figure 27 : Photographies du fond de fouille datant du 06/04/2000 (source : SOLEN GEOTECHNIQUE) 52
Figure 28 : Extrait de la carte géologique de Cluses n°679 55
Figure 29 : Log géologique 06791X0025/FO169A (source : BRGM) 56
Figure 30 : Localisation des points d'eau recensés dans un rayon de 1 000 m du site (source : Infoterre) 59
Figure 31 : Localisation des captages AEP à proximité de la zone d'étude (source : ARS 74) 60
Figure 32 : Coupe lithologique et technique du forage AEP n° BSS001SGHH (source : Infoterre) 61
Figure 33 : Caractéristique du régime nival (source : SAGE ARVE) 62
Figure 34 : Contexte hydrologique du secteur à l'étude 63
Figure 35 : Etat des eaux de la station de Cluses 1 n° 06581100 (environ 4 km en amont du site) 64
Figure 36 : Etat des eaux de la station de Marignier 1 n° 06581100 (environ 3 km en aval du site) 64
Figure 37 : Etat des eaux de la station de Cluses 1 n° 06581100 – Légende 64

Figure 38 : Ouvrage hydroélectriques du secteur à l'étude (Source : SAGE de l'Arve) 65
Figure 39 : Espaces protégés dans le secteur à l'étude (500 m) 66
Figure 39 : Roses de vents de la commune de Cluses sur une période de 30 ans (Météo Blue) 67
Figure 41 : PPRI de l'Arve 68
Figure 42 : Sites BASIAS et BASOL localisé en aval hydrogéologique du secteur aval (rayon de 200 m) 70
Figure 43 : Schéma conceptuel V0 – Secteur aval 76
Figure 44 : Schéma conceptuel V0 – Secteur amont 77
Figure 45 : Localisation des fouilles sur le secteur amont 81
Figure 46 : Localisation des fouilles sur le secteur aval 82
Figure 47 : Photographies des matériaux et déchets rencontrés lors des investigations (1/2) 84
Figure 48 : Photographies des matériaux et déchets rencontrés lors des investigations (2/2) 85
Figure 49 : Emprise approximative des déchets enfouis sur le secteur amont et aval 87
Figure 50 : Cartographie des teneurs en hydrocarbures totaux dans les sols (horizon 0-3 m) sur le secteur aval 101
Figure 51 : Cartographie des teneurs en hydrocarbures totaux dans les sols (horizon 0-3 m) sur le secteur amont 102
Figure 52 : Cartographie des teneurs significatives en COHV et BTEX sur le secteur aval 103
Figure 53 : Cartographie des teneurs significatives en dioxines/furanes sur le secteur aval 104
Figure 54 : Localisation des fouilles complémentaires sur le secteur aval 106
Figure 55 : Photographies des matériaux et déchets rencontrés lors des investigations complémentaires 108
Figure 56 : Localisation des fouilles prédéfinies par GEOLITHE et du prélèvement sur la berge de l'Arve (constats d'irisations) 113
Figure 57 : Photographies des fouilles F1 et F2 114
Figure 58 : Constats d'irisations mis en évidence sur une berge de l'Arve 114
Figure 59 : Localisation des fouilles et du prélèvement manuel sur le secteur aval 121
Figure 60 : Localisation des fouilles sur le secteur amont 122
Figure 61 : Photographies des fouilles F206 et F207 123
Figure 62 : Emprise approximative du massif de déchets ménagers sur le secteur aval 131
Figure 63 : Réalisation d'un test de Porchet 134
Figure 64 : Localisation desessais de perméabilité 135
Figure 65 : Classement des sols selon le coefficient de perméabilité K 136
Figure 66 : Localisation du réseau de surveillance piézométrique 138
Figure 67 : Evolution de la piézométrie au droit du site depuis mars 2014 139
Figure 68 : Esquisse piézométrique au droit du site le 27/02/2019 141
Figure 69 : point de prélèvement du captage AEP 142
Figure 70 : Flottant (hydrocarbures) au sein du PZ2 en janvier 2018 143
Figure 71 : Evolution du cis-1,2-dichloroéthène dans les eaux souterraines depuis février 2014 145
Figure 72 : Evolution du trichloroéthylène dans les eaux souterraines depuis février 2014 146
Figure 73 : Evolution du chlorure de vinyle dans les eaux souterraines depuis février 2014 146
Figure 74 : Evolution des BTEX dans les eaux souterraines depuis février 2014 147
Figure 75 : Evolution des PCB dans les eaux souterraines depuis février 2014 147

Figure 76 : Evolution de l'arsenic dans les eaux souterraines depuis février 2014 148
Figure 77 : Evolution du plomb dans les eaux souterraines depuis février 2014 148
Figure 78 : Evolution du nickel dans les eaux souterraines depuis février 2014 149
Figure 79 : Localisation du réseau d'assainissement enterré sur le secteur aval 154
Figure 80 : Résurgence observée en pied de talus du secteur aval 157
Figure 81 : Résurgence observée en pied de talus du secteur aval provoquant une trainée ocre sur les berges 158
Figure 82 : Localisation des points de prélèvements dans l'Arve 162
Figure 83 : Caractéristique du régime nival (source : SAGE ARVE) 163
Figure 84 : Niveau NGF de l'*Arve* au niveau de la pile gauche du pont des Chartreux relevés lors des différentes campagnes de prélèvements 165
Figure 85 : Evolution des HCT C10-C40 dans les eaux superficielles de l'*Arve* 166
Figure 86 : Evolution du plomb dans les eaux superficielles de l'*Arve* 167
Figure 87 : Evolution de la composition du gaz de décharge (Source : ADEME) 173
Figure 88 : Localisation des piézairs sur le secteur aval 175
Figure 89 : Localisation des piézairs complémentaires sur le secteur aval 182
Figure 90 : Analyse du biogaz au droit du Pzair A le 08/11/2018 183
Figure 91 : Schéma conceptuel V1 – Secteur aval 191
Figure 92 : Schéma conceptuel V1 – Secteur amont 192
Figure 93 : Structure d'une couverture type (Source : ADEME) 213
Figure 94 : Schéma de principe du pompage et traitement (Source : SelecDépol) 215

ANNEXES

ANNEXE 1 : Photographies du site 272
ANNEXE 2 : Fiches BASIAS RHA7404579 275
ANNEXE 3 : Coupes sondages de sol – Février 2014 276
ANNEXE 4 : Bordereaux analytiques sol– Février 2014 277
ANNEXE 5 : Coupes sondages de sol – Août 2014 278
ANNEXE 6 : Bordereaux analytiques sol– Août 2014 279
ANNEXE 7 : Coupes sondages de sol – Janvier 2018 280
ANNEXE 8 : Bordereaux analytiques sol– Janvier 2018 281
ANNEXE 9 : Coupes sondages de sol – Octobre 2018 282
ANNEXE 10 : Bordereaux analytiques sol– Octobre 2018 283
ANNEXE 11 : Coupes techniques des piézomètres 284
ANNEXE 12 : Tableau récapitulatif des valeurs eaux souterraines 285
ANNEXE 13 : Bordereaux analytiques eaux souterraines captages AEP – Janvier 2015 286
ANNEXE 14 : Bordereaux analytiques eaux souterraines canalisations enterrées – Septembre 2015 287
ANNEXE 15 : Fiches de prélèvements des eaux de résurgence pied de talus – Novembre 2018 288
ANNEXE 16 : Bordereaux analytiques des eaux de résurgence pied de talus – Novembre 2018 289
ANNEXE 17 : Tableau récapitulatif des valeurs eaux superficielles 290
ANNEXE 18 : Fiches prélèvements des sédiments 291
ANNEXE 19 : Bordereaux analytiques des sédiments 292
ANNEXE 20 : Bordereaux analytiques des gaz du sol 293
ANNEXE 21 : Coupes techniques des piézairs – Novembre 2018 294

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1 CONTEXTE

De juin 1973 à avril 1979, le SIVOM de la Région de Cluses a installé dans la zone industrielle des Valignons, sur les communes de Marnaz et de Thiez, en bordure de la Rivière l'Arve, une station mobile d'incinération dans l'attente de la construction de l'usine de Marignier, qui a vu le jour en 1981-1982.

Le site concerné est traversé par le pont des Chartreux, étant précisé que la zone dite « aval » de 6 hectares (parcelle appartenant aujourd'hui à l'Etat et au DPF), correspond à la zone d'implantation des fours, tandis que la zone « amont », d'une superficie de 8 hectares (parcelle actuellement propriété de la commune de THYEZ).

Cette installation provisoire a été autorisée par un arrêté préfectoral du 8 octobre 1973, pris en application de la loi du 19 décembre 1917 relative aux établissements dangereux, insalubres ou incommodes.

Les déchets traités étaient, à titre principal, les déchets ménagers des communes de CLUSES, MAGLAND, MARNAZ, MARIGNIER, SCIONZIER et THYEZ. Les déchets des entreprises ont, très probablement, également été traités sur le site (Déchets Banals et Toxiques).

Durant cette période, les déchets ont été traités sur site, par incinération, mais également par enfouissement, les fours ne donnant pas entière satisfaction.

Lorsque l'exploitation des fours mobiles et de la décharge de Valignons a cessé, en 1979, aucune mesure particulière n'a été prescrite par le Préfet, concernant la remise en état du site après la fin de son exploitation.

La commune de MARNAZ, le Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Abords (SM3A) en tant que gestionnaire de la rivière ARVE et le SIVOM de la Région de CLUSES, en tant qu'ancien exploitant du site, ont alors pris l'initiative de faire réaliser une étude environnementale par la société DEKRA INDUSTRIAL SAS, ente 2014 et 2015, en vue de la requalification du site (études pilotées par le SM3A).

Cependant, n'apportant pas d'éléments de connaissance suffisants, notamment du point de vue du périmètre exact de la décharge, M. le Préfet a souhaité que ces études soient complétées par un état des lieux précis du site de l'ancienne décharge et de son environnement concernant en particulier la connaissance historique du site, l'état des milieux vulnérables et l'évolution des impacts de l'ancienne décharge sur ces milieux, ainsi qu'une proposition de mise en sécurité du site dans l'intégralité de son emprise, justifiée le cas échéant, par des évaluations quantifiées des risques sanitaires relatives à l'ensemble des secteurs et milieux impactés.

Le SIVOM de Cluses a reçu un arrêté préfectoral, daté du 3 décembre 2015, prescrivant une étude destinée à déterminer les modalités de la mise en sécurité définitive de l'ancienne décharge des Valignons sur les communes de MARNAZ et THYEZ.

C'est dans cette optique que le SIVOM de Cluses a lancé le marché « Impact sur les milieux et mise en sécurité de l'ancienne décharge des Valignons située sur la commune de Marnaz ».

L'étude s'articule autour de 4 phases :

- **phase 1 : Evaluation des milieux et identification de l'impact sur site (objet du présent rapport)** ;
- phase 2 : Interprétation de l'état des milieux (développée au sein d'une autre étude) ;
- **phase 3 : Mesures de gestion (objet du présent rapport) ;**
- phase 4 : Surveillance trimestrielle des eaux souterraines et superficielles (développée au sein d'un autre rapport).

1.2 OBJECTIFS

Le plan de gestion (PG) est un document d'orientation qui vise à étudier différents scénarios de gestion d'une pollution. Ce document fait la synthèse des études visant à identifier et caractériser la pollution d'un site et de son environnement (études historiques et documentaires, diagnostics, IEM,…). Il analyse différentes mesures de gestion possibles et dresse un bilan coûts/avantages de ces mesures de gestion.

Ce dossier a été réalisé en conformité avec :

- la méthodologie de gestion des sites et sols pollués du Ministère de l'environnement, publiée par une Circulaire du 8 février 2007 et mise à jour par une Note ministérielle du 19 avril 2017 ;
- le guide « élaboration des bilans coûts-avantages adaptés aux contextes de gestion des sites et sols pollués » de mars 2017 (UPDS, ADEME) ;
- la norme NFX 31-620 « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués (études, ingénierie, réhabilitation de sites pollués et travaux de dépollution) » de l'AFNOR.

2 LIMITES DE L'ÉTUDE / MÉTHODOLOGIE

L'étude a concerné l'emprise de l'ancienne décharge des Valignons.

La présente étude est réalisée selon le référentiel méthodologique (mise à jour d'avril 2017) développé par le Ministère en charge de l'environnement relatif à la gestion des sites « potentiellement » pollués. Le cadre de la méthodologie est notamment fixé par la circulaire du 8 février 2007, définissant les modalités de gestion et de réaménagement de sites pollués et par la norme NFX 31-620 « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués (études, ingénierie, réhabilitation de sites pollués et travaux de dépollution) » de l'AFNOR.

Elle correspond à la mission globale Plan de Gestion (PG) avec missions codifiées A100, A110, A120, A200, A210, A220, A230, A320 et A330 selon la norme NF X 31-620-2.

Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur les conditions du site telles qu'observées lors de la visite et des investigations et sur les informations disponibles lors de sa réalisation.

3 SOURCES D'INFORMATIONS ET ORGANISMES CONSULTES

Les organismes, personnes ou bases de données consultés pour l'élaboration du présent document sont détaillés dans le tableau suivant.

Tableau 1 : Liste des sites internet consultés et personnes contactées ou interviewées

SOURCE DE L'INFORMATION	DATE DU CONTACT OU DE CONSULTATION	DOCUMENT OU INFORMATION RECUEILLIE
Sites internet consultés		
Site Géoportail de l'IGN (http://www.geoportail.fr)	Février 2019	Fond cartographique, photographies aériennes anciennes
Site Cadastre (http://www.cadastre.gouv.fr)	Février 2019	Consultation des parcelles cadastrales du secteur d'étude
Site Infoterre du BRGM (www.infoterre.brgm.fr)	Février 2019	Carte géologique, banque de données du sous-sol, liste et caractéristiques des sondages et points d'eau, Zone de protection faune/flore et espaces remarquables
BASIAS (http://www.georisques.gouv.fr/)	Février 2019	Inventaire historiques de sites industriels
BASOL (http://basol.developpement-durable.gouv.fr/)	Février 2019	Inventaire des sites potentiellement pollués
Météofrance (http://www.meteofrance.com)	Février 2019	Données météorologiques à la station la plus proche
Base de données des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement	Février 2019	Inventaire des ICPE soumises à autorisation
http://www.georisques.gouv.fr/	Juillet 2018	Risques (séisme, inondation, mouvements de terrain…)
Eaufrance (http:// sierm.eaurmc.f)	Février 2019	Informations sur les eaux superficielles et souterraines
SAGE de l'Arve (www.sage-arve.fr/)	Février 2019	Informations sur les eaux souterraines et superficielles
Mairie de Marnaz (www.mairiedemarnaz.fr)	Février 2019	PLU
MeteoBlue (https://www.meteoblue.com)	Février 2019	Données météorologiques à la station la plus proche
ARS (atlasante.fr]	Février 2019	Captage AEP
Personnes contactées ou interviewées		
Monsieur RIOUFRAYS Bernard (Directeur des services techniques de la commune de Marnaz)	17/01/2014	Informations sur les installations et l'historique du site, projet futur d'aménagement
Monsieur GIL Éric (Technicien déchets SIVOM de la Région de Cluses)	Janvier 2014	Informations sur les installations et l'historique du site
Monsieur PELLET Michel (Ancien salarié de la déchetterie des Valignons)	17/01/2014	Informations sur les installations et l'historique du site

Tableau 2 : Liste des documents et organismes consultés

SOURCE DE L'INFORMATION	DATE DU CONTACT OU DE CONSULTATION	DOCUMENT OU INFORMATION RECUEILLIE
Organismes consultés		
ARS	Février 2019	Périmètres de protection des captages AEP
Mairie de Marnaz	Janvier 2014	Plan Local d'Urbanisme et permis de construire
Archives Départementales de Haute-Savoie	Janvier 2014	Absence d'archive
DREAL de la Haute-Savoie	Janvier 2014	Absence d'information
Préfecture de la Haute-Savoie	Janvier 2014	Absence d'information
Documents consultés		
Projet d'arrêté préfectoral UT374-DI-15-556 du 31/07/2015	Juillet 2018	Rapport de l'inspecteur des installations classées sur l'ancienne décharge des Valignons
Guide BRGM, rapport BRGM/RP-53373-FR d'octobre 2004	Février 2019	Guide « Remise en état de sites d'usines d'incinération d'ordures ménagères »
ADEME	Février 2019	Remise en état des décharges : Méthodes et techniques
ADEME	Février 2019	Gérer le gaz des décharges : Techniques et recommandations
Procès-verbal de visite de fond de fouille n° SG 2262 LR du 07/04/2000	Septembre 2018	Nature des matériaux rencontrés au droit de l'extension du bâtiment industriel SUBA
Rapport INGEOS n° D1471-09-001 du 31/08/09	Juillet 2018	Diagnostics de pollution des terrains
Rapport DEKRA n° 51356767-V2 du 16/04/2014	Février 2019	Diagnostic de pollution du sous-sol phase 1 (missions A100, A110 et A120 de la norme NF X 31-620-2)
Rapport DEKRA n° 51356767-2 du 16/04/2015	Février 2019	Diagnostic de pollution du sous-sol phase 2 (missions A200, A210, A220 et A230 de la norme NF X 31-620-2)
Rapport DEKRA n° 51356767-2 du 24/09/2015	Février 2019	Diagnostic de pollution complémentaire du sous-sol (missions A200, A210, A220 et A230 de la norme NF X 31-620-2)
Rapport DEKRA n° 51356767-2 du 16/04/2015	Février 2019	Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages (mission A330 de la norme NF X 31-620-2)
Rapport DEKRA n° 51356767 du 04/02/2015	Février 2019	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux (missions A210 et A220 de la norme NF X 31-620-2)
Rapport DEKRA n° 52597611 du 18/03/2019	Avril 2019	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols, les eaux souterraines et superficielles (Missions A200, A210 et A220 de la norme NF X 31-620-2)
Rapport DEKRA n° 52597611 du 18/03/2019	septembre2019	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols, les eaux souterraines et superficielles (Missions A200, A210 et A220 de la norme NF X 31-620-2)
Rapport DEKRA n° 52597611 du 18/03/2019	octobre 2019	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols, les eaux souterraines et superficielles (Missions A200, A210 et A220 de la norme NF X 31-620-2)
Rapport DEKRA n° 52597611 du	décembre 2019	Prélèvements, mesures, observations et/ou

18/03/2019		analyses sur les sols, les eaux souterraines et superficielles (Missions A200, A210 et A220 de la norme NF X 31-620-2)

Une réunion de présentation de la méthode envisagé et des pistes de réflexion a été réalisée le 17 septembre 2019, cette réunion s'est tenu en présence de l'ensemble des acteurs du dossier.

Les photographies aériennes de l'IGN consultées sont regroupées dans le tableau suivant.

Tableau 3 : références des clichés consultés

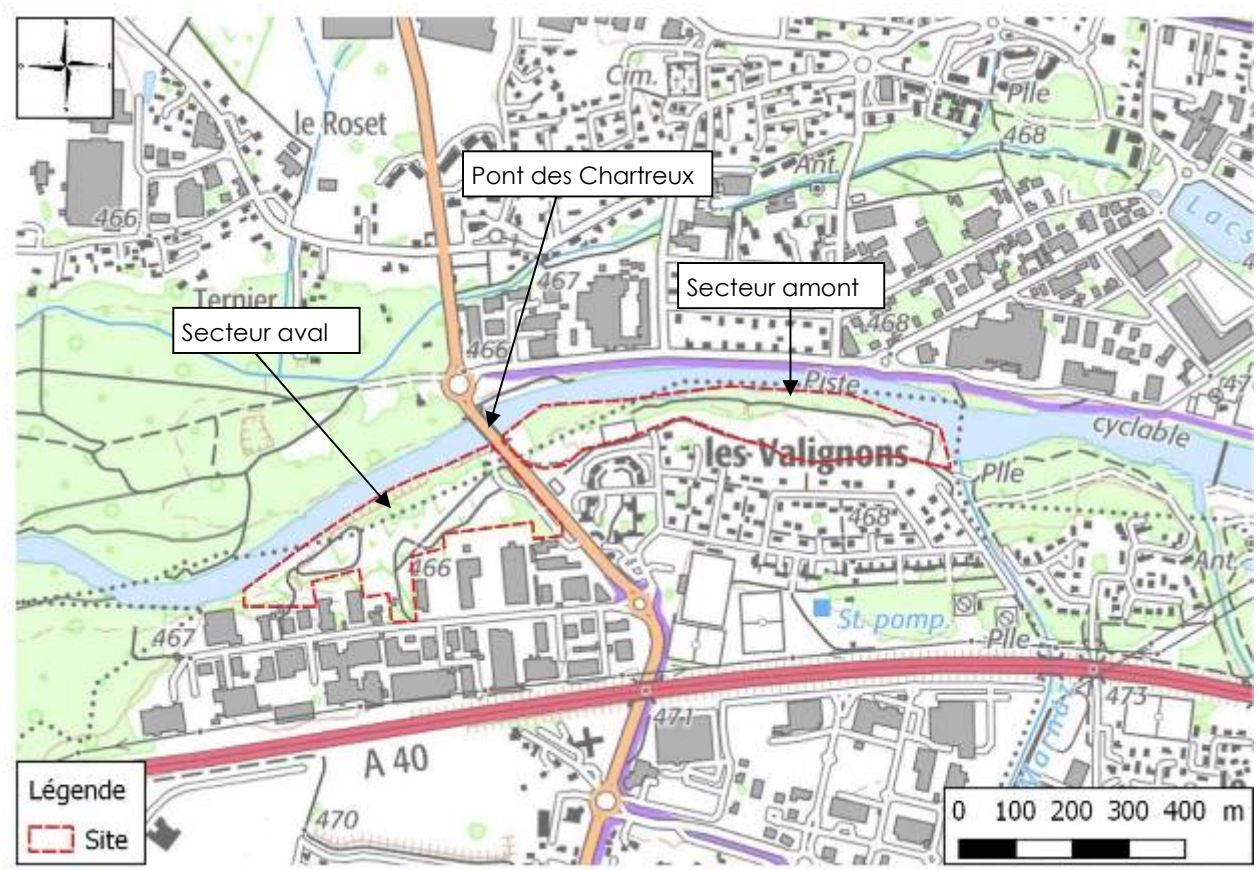
ANNEE	REFERENCE CLICHE
1952	IGNF_PVA_1-0__1952-07-02__C3528-0041_1952_F3528-3531_0157
1961	IGNF_PVA_1-0__1961-08-29__C3530-0041_1961_F3530_0115
1967	IGNF_PVA_1-0__1967-04-14__C3530-0041_1967_F3530_4897_696
1970	IGNF_PVA_1-0__1970-08-27__C3530-0031_1970_F3530_0020
1973	IGNF_PVA_1-0__1973__C3530-0161_1973_CDP6516_0565
1974	IGNF_PVA_1-0__1974-07-29__C3428-0161_1973_FR2437_1289
1976	IGNF_PVA_1-0__1976-06-27__C3429-0031_1976_F3429-3529_0074
1978	IGNF_PVA_1-0__1978-09-23__C3430-0021_1978_F3430_0012
1980	IGNF_PVA_1-0__1980-09-03__C3530-0021_1980_F3530-3630_0004
1996	IGNF_PVA_1-0__1996-06-30__C96SAA1321_1996_F3429-3529_0083
2004	IGNF_PVA_1-0__2004-06-26__CP04000702_2004_fd74_c_20000_0494
2012	-

4 MISSION A100 : VISITE DE SITE

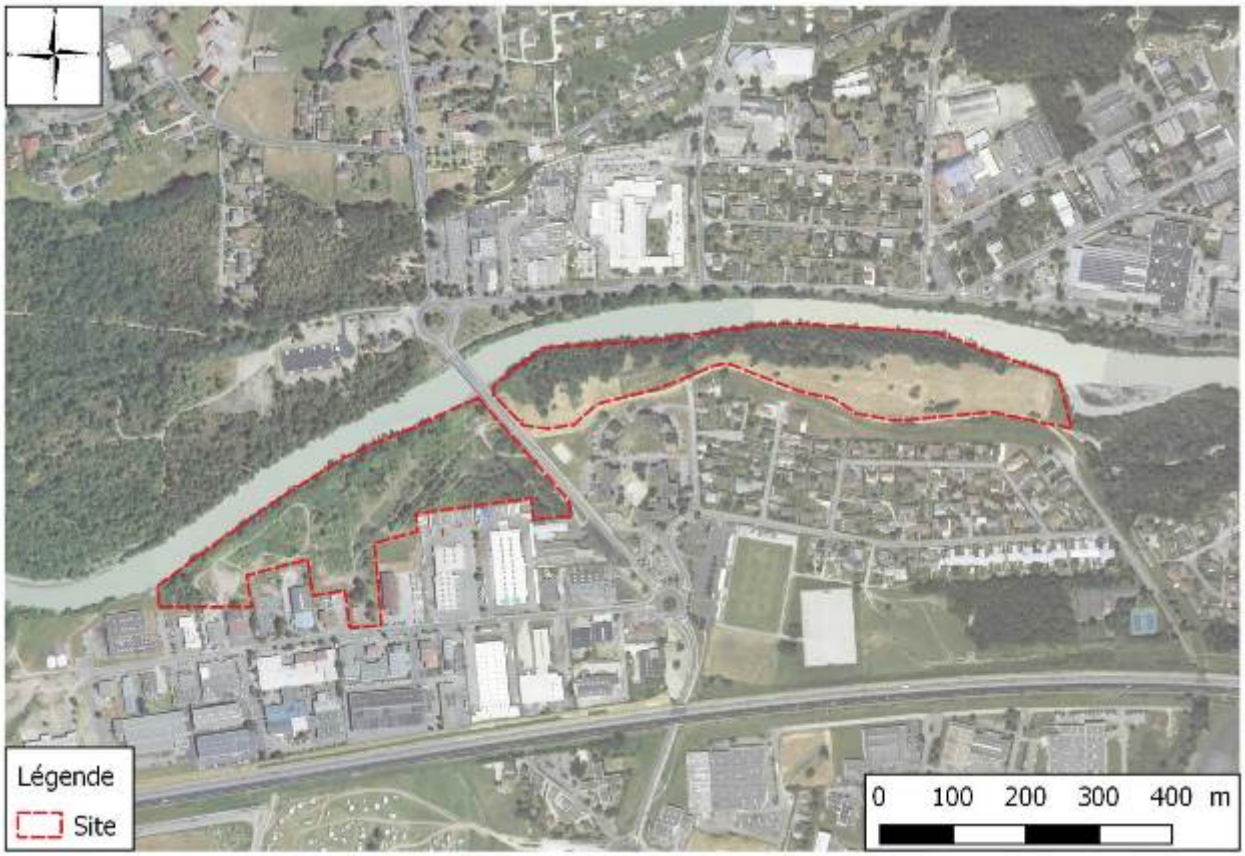
4.1 SITUATION

Le site à l'étude, localisé en rive gauche de l'Arve de part et d'autre du pont des Chartreux sur les communes de Marnaz et de Thyez (74), se compose d'un secteur aval de 6 ha et d'un secteur amont de 8 ha.

Le secteur aval oscille entre une altitude comprise entre 462 et 468 m NGF. Le secteur amont présente une altitude compris entre 463 et 467 m NGF.



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 1 : Localisation géographique du site	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	Cf. figure



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 2 : Vue aérienne de la zone d'étude	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	Cf. figure

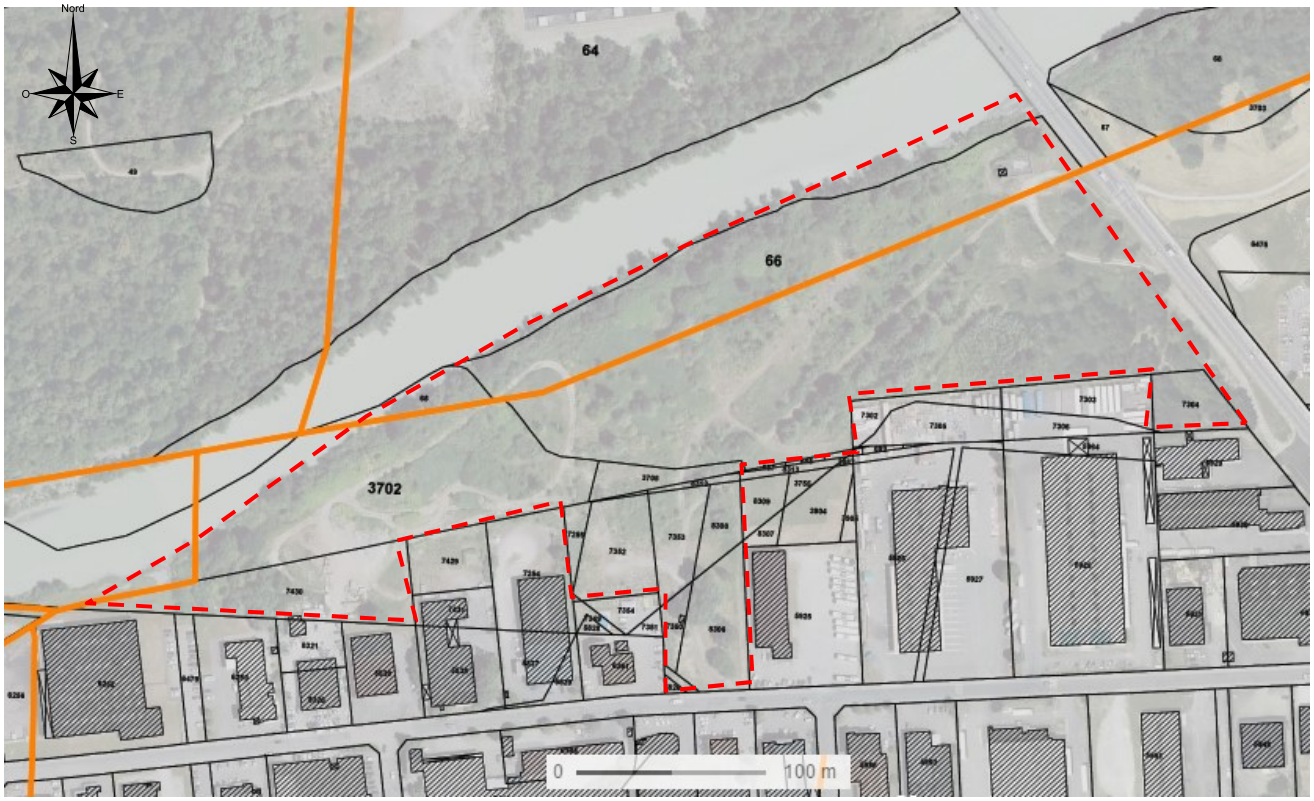
4.2 LOCALISATION CADASTRALE

Le site à l'étude est inscrit en partie au sein de parcelles non cadastrées et est localisé sur les communes de Marnaz et de Thyez.

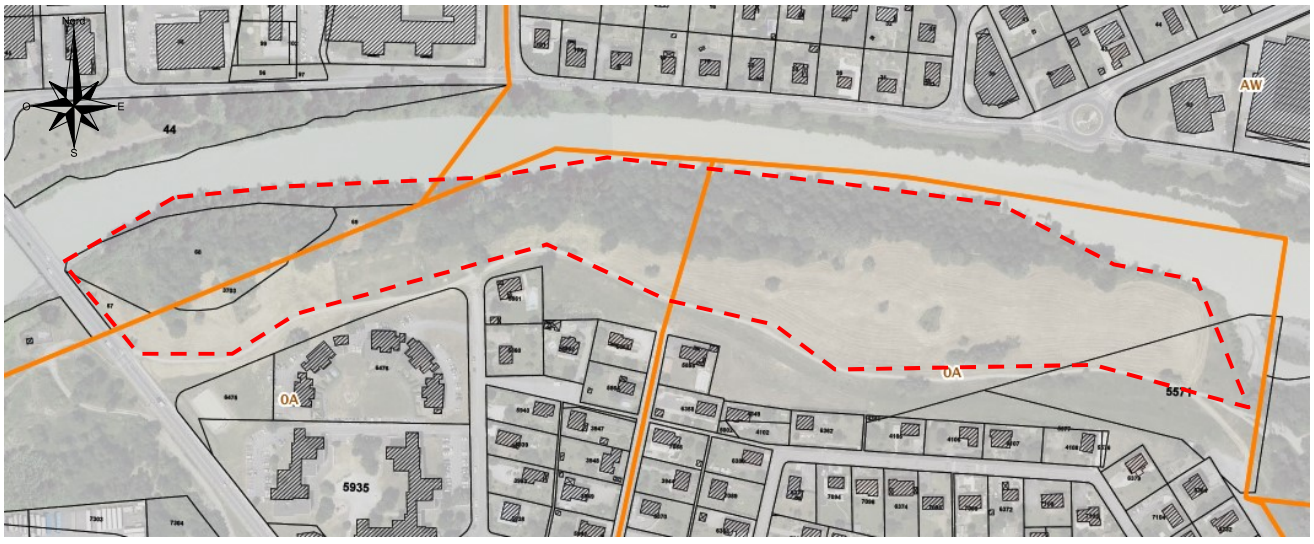
Le secteur aval occupe en les parcelles 3 702, 7 265, 7352, 7 430, 3 705, 8 312, 7 353, 8 308, 7 350, 5 826, 8 306, 8 308 et 7 304 de la section A de la commune de Marnaz et les parcelles 65 et 66 de la section AV de la commune de Thyez.

Le secteur amont occupe en partie les parcelles 3 703 et 5 571 de la section A de la commune de Marnaz et les parcelles 67, 68 et 69 de la section AV de la commune de Thyez.

La situation cadastrale est présentée au sein de la figure suivante.



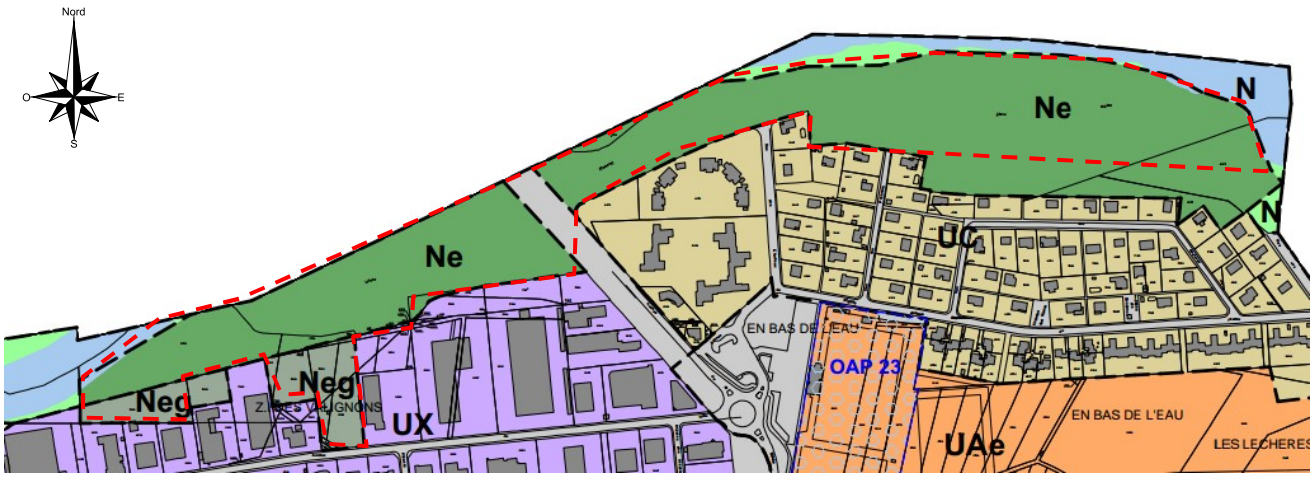
DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 3 : Situation cadastrale sur le secteur aval	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	Cf. figure



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 4 : Situation cadastrale sur le secteur amont	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	Cf. figure

4.3 PLAN LOCAL D'URBANISME (PLU)

D'après les informations transmises par la mairie de Marnaz, le site à l'étude est classé en zone Ne et Neg du PLU de la commune de Marnaz. Les zones N rassemblent les secteurs de la commune, équipés ou non, qu'il est nécessaire de protéger en raison de la qualité des sites, des milieux naturels et des paysages. La zone Ne est à vocation d'équipements publics, comprenant le secteur d'implantation Neg, correspondant aux constructions liées au golf.



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 5 : Plan Local d'Urbanisme	Référence :	52764094
		Source :	Mairie de Marnaz
		Échelle :	Cf. figure

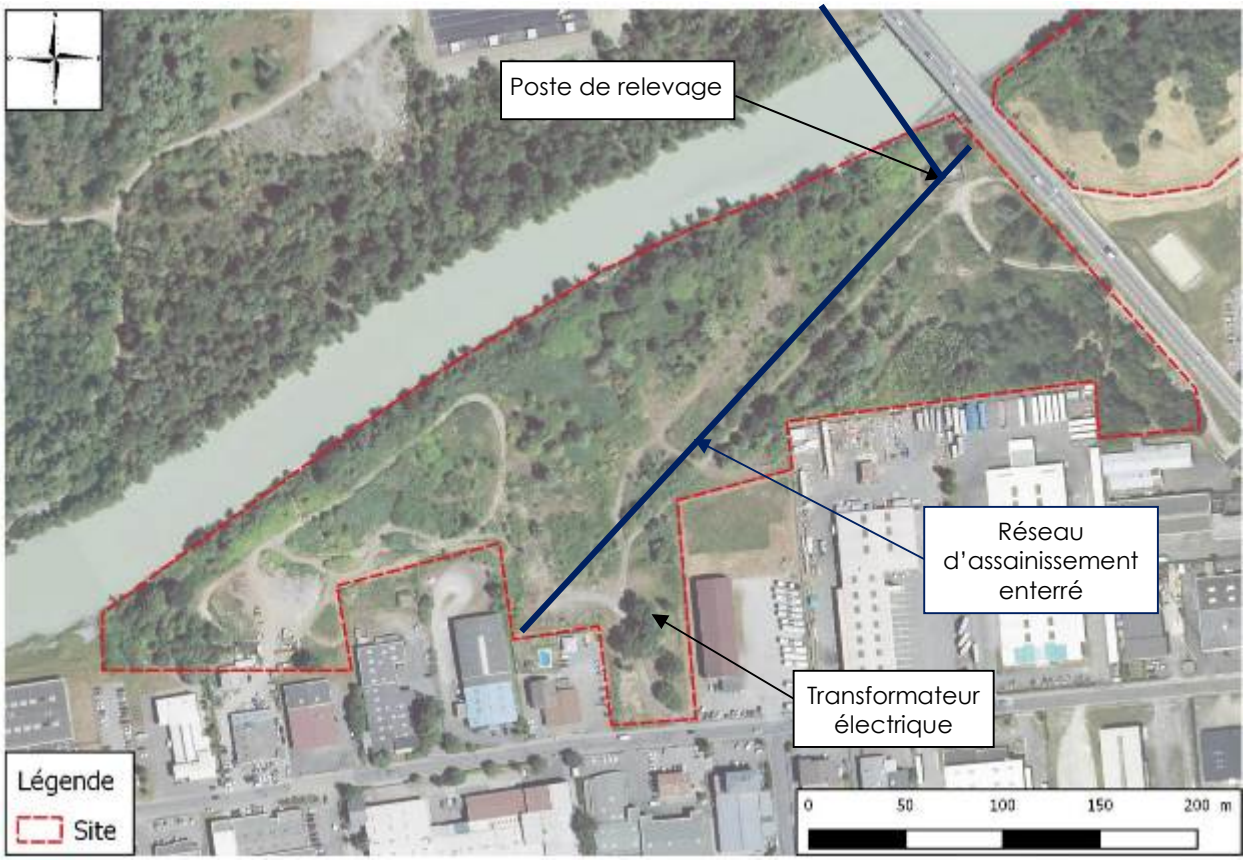
4.4 DESCRIPTION DU SITE

Le site a été visité le 22 août 2018 par M. COTE Rémi (Ingénieur d'études Sites et Sols Pollués, DEKRA). Les éléments récoltés lors de la précédente visite du 17 janvier 2013 par Mr COTE en compagnie de Monsieur RIOUFRAYS (Directeur des services techniques de la commune de Marnaz), Monsieur GIL (Technicien déchets SIVOM de la Région de Cluses) et de Monsieur PELLET (Ancien salarié de la déchetterie des Valignons ont également été pris en compte.

4.4.1 DESCRIPTION DU SITE ET DES INFRASTRUCTURES ACTUELLES

- **Secteur aval** :

Le secteur aval est actuellement en friche et le sol n'est pas recouvert. On note la présence en partie est d'un poste de relevage des eaux usées. Une canalisation enterrée d'assainissement traverse le secteur d'ouest en est. Cette dernière collecte les eaux usées de la zone industrielle jusqu'au poste de relevage. Cet ouvrage présente une profondeur approximative comprise entre 462,68 et 461,26 m NGF (pente permettant l'écoulement des eaux usées en direction du poste de relevage à l'est du site).



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 6 : Description du site et des infrastructures du secteur aval	Référence :	52764094
		Source :	DEKRA / SIVOM
		Échelle :	Cf. figure

On note également un transformateur électrique alimentant la zone industrielle. Les services ERDF ont mesuré en 2008 sur le matériel précédent, un taux de PCB de 49 ppm.

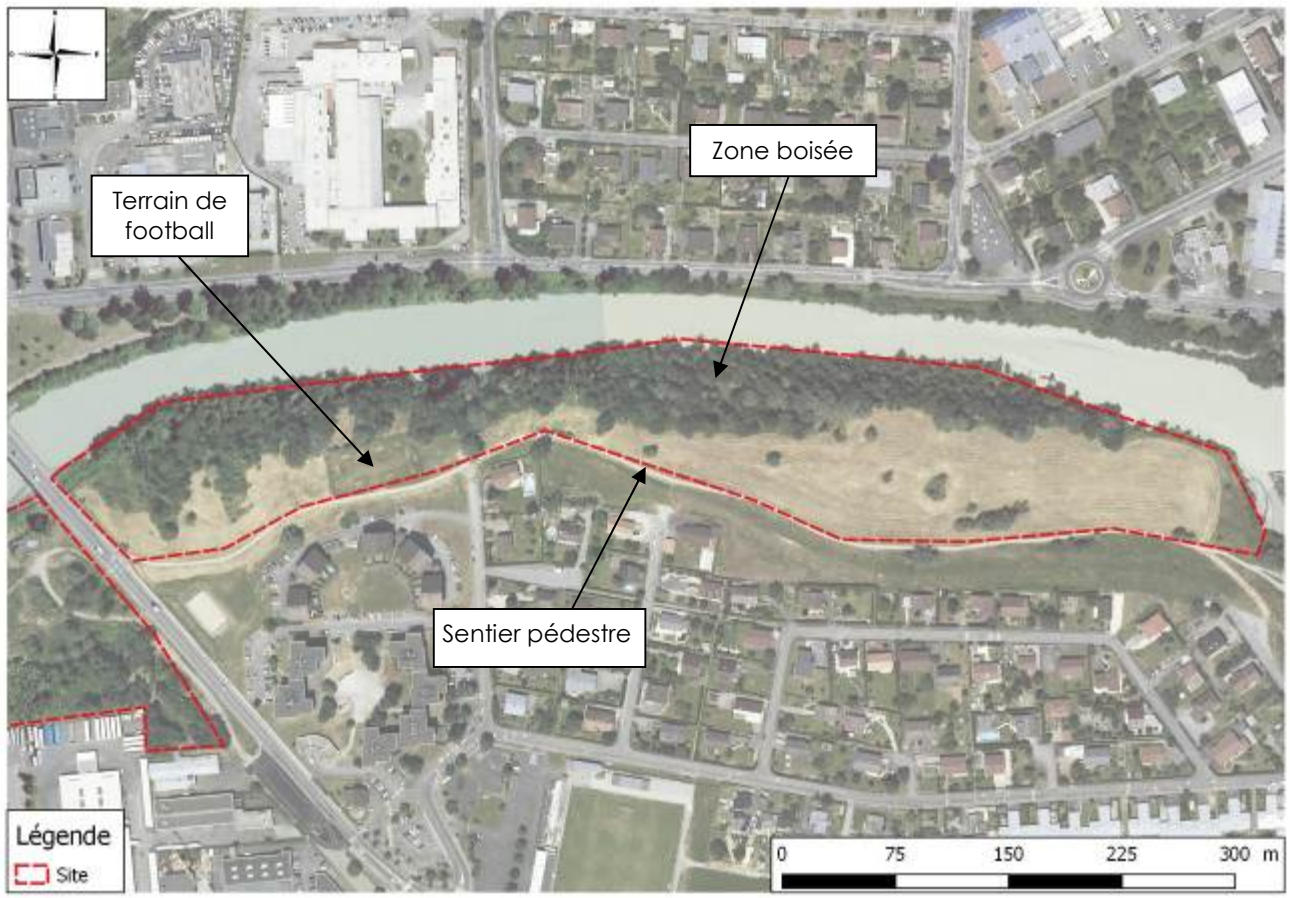
On observe une différence de niveau altimétrique de la rive de l'*Arve* (plusieurs mètres) entre le pont des Chartreux (nord-est) et la partie sud-ouest. Cette différence de niveau s'explique par l'apport de matériaux sur la zone à l'étude.

Les photographies du secteur aval sont en **Annexe 1**.

- **Secteur amont** :

Le secteur amont est composé d'une zone boisée avec un sentier le long de l'*Arve* et d'une zone enherbée. Cette dernière accueille un terrain de football sommaire et un enclos avec un cheval. Un sentier pédestre est également présent en partie sud du secteur amont.

A proximité de l'avenue du stade, on distingue une canalisation rejetant des eaux (drains ? réseau pluvial ?). Celles-ci rejoignent l'*Arve* en contre bas. Une deuxième canalisation en partie centrale du secteur amont rejette des eaux directement en bordure de l'*Arve*. Le torrent de Marnaz délimite le secteur amont en partie est.



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 7 : Description du site et des infrastructures du secteur amont	Référence :	52764094
		Source :	DEKRA
		Échelle :	Cf. figure

Les photographies du secteur aval et du secteur amont sont en **Annexe 1**.

4.4.2 DESCRIPTION DES ACTIVITES

- **Secteur aval** : Aucune activité n'est présente sur le secteur aval à l'exception du poste de relevage ;
- **Secteur amont** : Une activité sportive (terrain de football sommaire) et récréative (enclos à cheval) sont présentes sur le secteur amont.

4.4.3 STOCKAGE DE PRODUITS CHIMIQUES ET DES MATIERES PREMIERES

Aucun stockage de produits chimiques et de matières premières n'est observé sur le site.

4.4.4 UTILITES

- **Eau** : sans objet ;
- **Gaz naturel** : sans objet ;
- **Electricité** : un transformateur électrique alimentant la zone industrielle des Valignons est présent en secteur aval ;
- **Autres** : un poste de relevage des eaux usées est présent en parie est du secteur aval. Une canalisation enterrée d'assainissement traversant le secteur d'ouest en est. Cette dernière collecte les eaux usées de la zone industrielle jusqu'au poste de relevage. Des canalisations rejetant des eaux (drains ? réseau pluvial ?) sont présents sur le secteur amont.

4.4.5 DECHETS ET STOCKAGE SUR SITE

- **Secteur amont** : Absence ;
- **Secteur aval** : Lors des visites de site réalisés en 2013 et 2018, quelques déchets ont été observés (pneu, bidons, plastiques …). On note également la présence de déchets verts ainsi que quelques containers déchets vides (appartement à la mairie de Marnaz). Des stocks de bois, bétons et pierres sont présents en partie ouest. Une zone remblayée récemment en partie ouest a été observée lors de la visite d'août 2018.

Stocks de bois, bétons et pierres présents en partie ouest du secteur aval

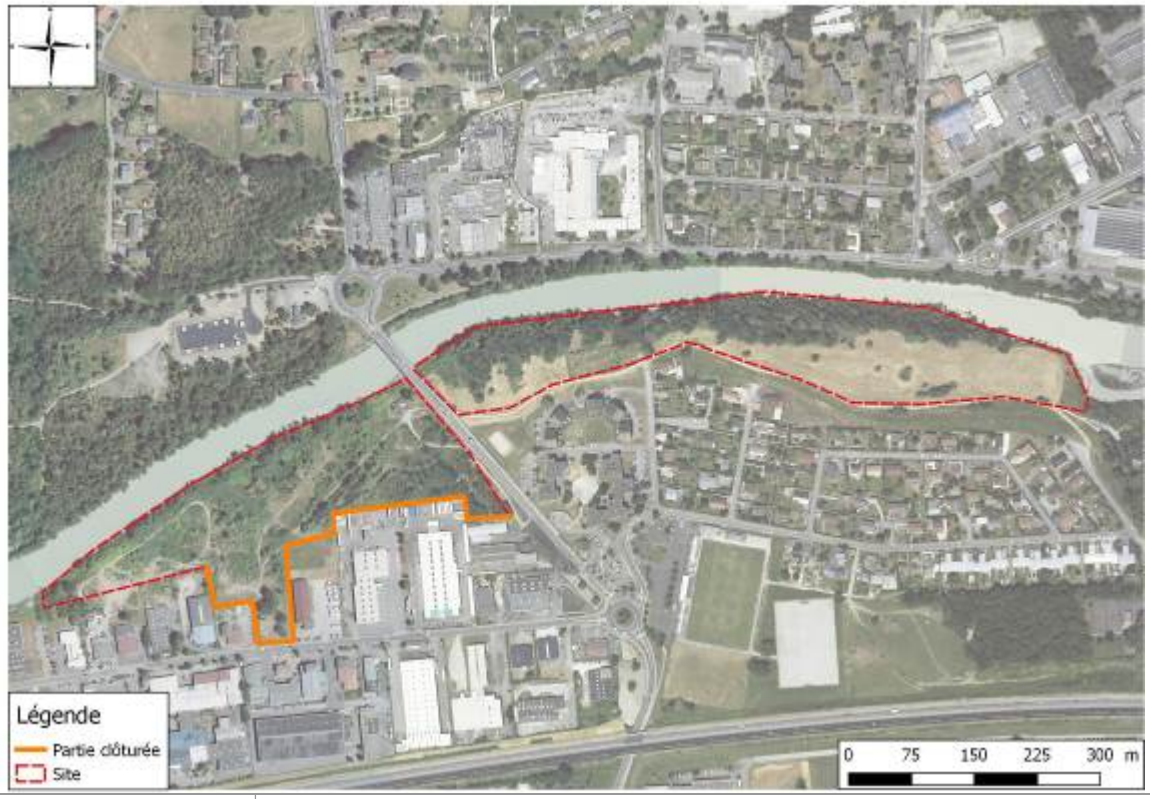
Zone remblayée récemment en partie ouest

Figure 8 : Photographies des déchets et stockage sur site

4.5 ACCESSIBILITE AU SITE

Le site est non clôturé (à l'exception d'une partie du secteur aval au niveau de la zone industrielle des Valignons et de l'Avenue du Stade) et non surveillé.

Il est accessible depuis l'Avenue du Môle et l'Avenue du Stade pour le secteur aval et par la rue des Chartreux, la rue des Pêcheurs, la rue des Digues et l'Avenue du Stade pour le secteur amont.



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 9 : Accessibilité au site	Référence :	52764094
		Source :	Mairie de Marnaz
		Échelle :	Cf. figure

4.6 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT PROCHE DU SITE D'ETUDE

Lors de la visite du site, l'environnement proche du site d'étude, dans un rayon de 200 m autour de celui-ci a été visité. Dans ce périmètre, on note la présence :

- **au Nord** : par la rivière l'*Arve*. Au-delà, pour le secteur aval, une zone boisée. Pour le secteur amont, une zone industrielle et un lotissement de maisons individuelles ;
- **à l'Est du secteur amont** : par le torrent de Marnaz, une zone boisée et un lotissement de maisons individuelles ;
- **à l'Ouest du secteur aval** : par la société SUPRA France (décolletage) puis par une zones boisée et la rivière l'*Arve* ;
- **au Sud** : pour le secteur aval, par la zone industrielle des Valignons puis par l'avenue du Môle. La zone industrielle des Valignons s'étend encore de l'autre côté de l'avenue du Môle. Pour le secteur amont, par un sentier pédestre puis par des immeubles d'habitations, un lotissement de maisons individuelles. Au-delà, on note la présence d'un complexe sportif (terrain de football) et le captage AEP des Valignons.

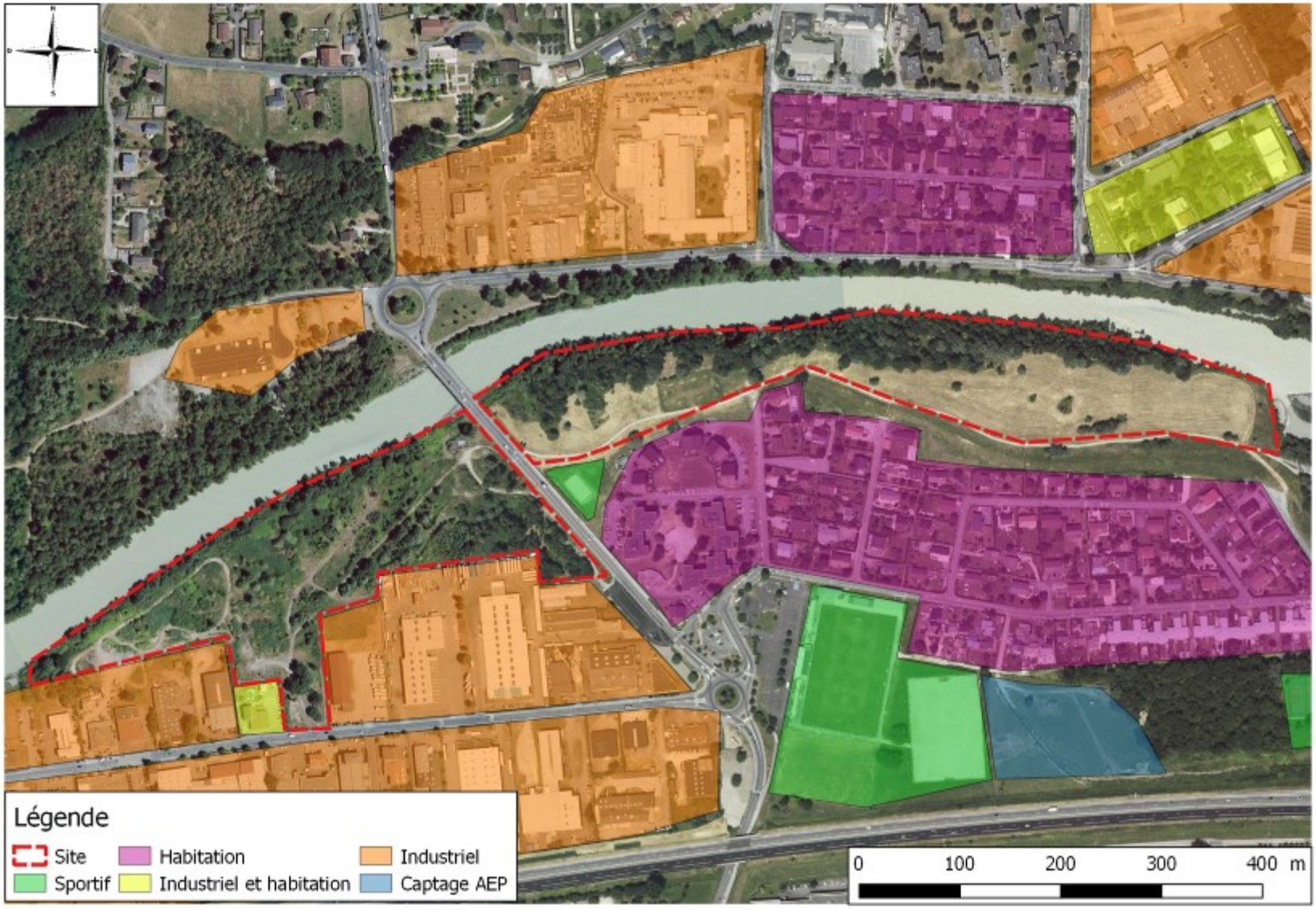
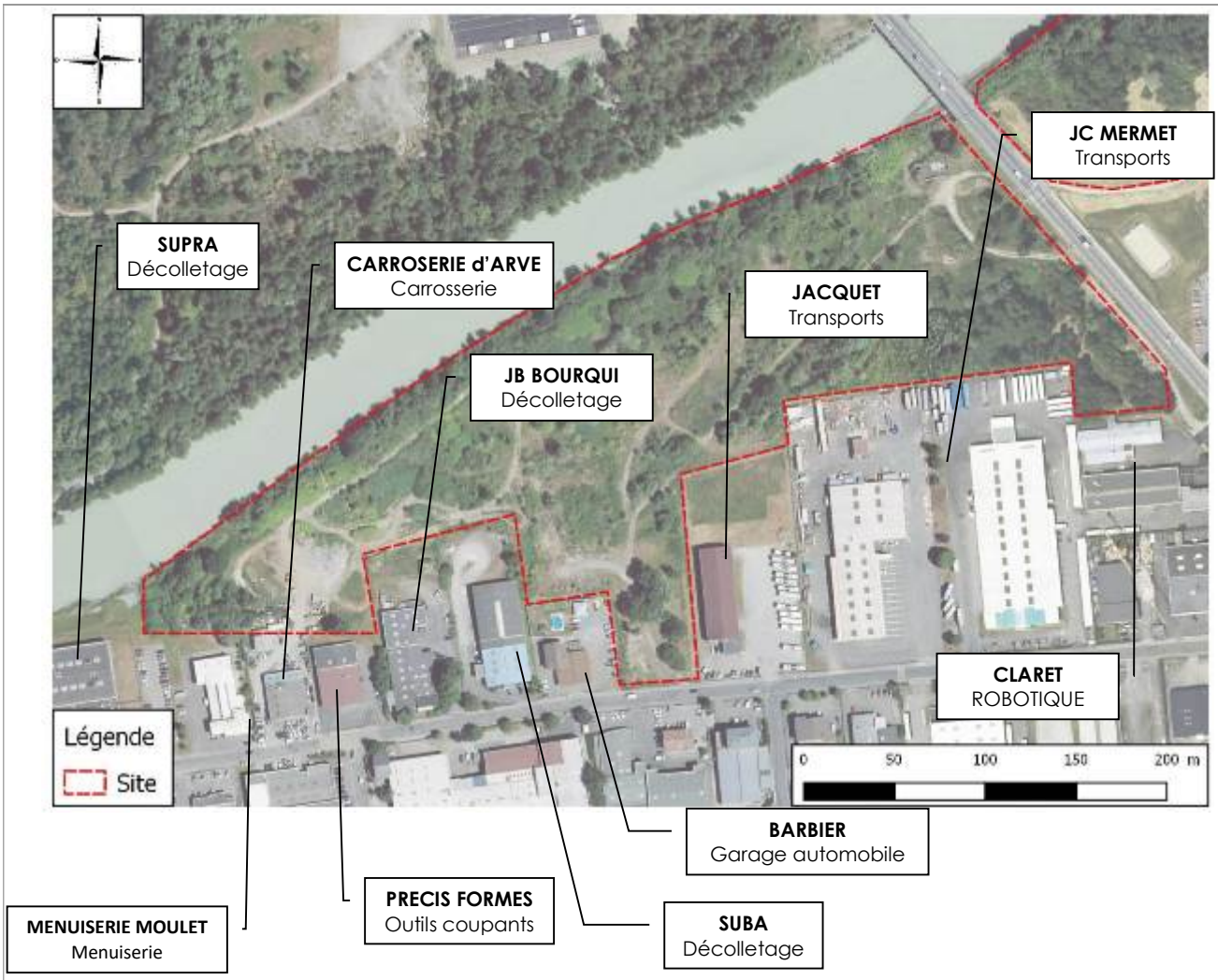


Figure 10 : Description de l'environnement proche du site (rayon de 200 m)

Au sud du secteur aval, on note la présence de plusieurs bâtiments industriels. Leurs noms ainsi que leurs activités sont présentés ci-dessous.



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 11 : Bâtiments industriels présents en partie sud du secteur aval	Référence :	52764094
		Source :	DEKRA / SIVOM
		Échelle :	Cf. figure

4.7 MESURE DE MISE EN SECURITE DU SITE ET MESURE D'URGENCE

Au regard des éléments récoltés lors de la visite de site, aucune mesure d'urgence ou de mise en sécurité est nécessaire.

5 MISSION A110 : ETUDE HISTORIQUE, DOCUMENTAIRE ET MEMORIELLE

5.1 OBJECTIFS

L'objectif de cette phase est de retracer les activités exercées, d'inventorier la liste des produits utilisés, d'identifier les modifications de bâtis et d'identifier les exploitants successifs.

L'étude historique porte sur le site dans ses limites actuelles et concerne la période allant du début des activités connues exercées sur le site à nos jours. L'objectif est de déterminer la nature et la localisation des anomalies de substances (connues ou potentielles) des sols ainsi que leur degré d'hétérogénéité éventuel.

Cette étude s'est basée sur :

- la consultation des photographies aériennes auprès de l'IGN ;
- les informations collectées auprès du SIVOM et de Monsieur GIL (Technicien déchets du SIVOM) ;
- les informations collectées auprès du SM3A ;
- les informations collectées auprès de la Mairie de Marnaz (Monsieur RIOUFRAYS, directeur de Services Techniques et documents d'urbanisme) ;
- les informations collectées auprès de Monsieur PELLET (ancien salarié de la déchetterie des Valignons) ;
- les informations recueillies auprès de la base de données BASIAS et BASOL du BRGM ;
- les informations recueillies auprès de la préfecture et de la DREAL de la Haute-Savoie ;
- les précédentes études réalisées sur la zone à l'étude.

5.2 RECENSEMENT NATIONAL

- **BASIAS** est l'acronyme d'une base de données française créée en 1998 pour récolter et conserver la mémoire des anciens sites industriels et de service (sites abandonnés ou non), susceptibles d'avoir laissé des installations ou des sols pollués ce qui signifie que tous les sites répertoriés ne sont pas nécessairement pollués ;
- **BASOL** est l'acronyme d'une base de données nationale qui, sous l'égide du ministère en charge de l'Environnement, récolte et conserve la mémoire de plusieurs milliers (3900 sites en 2007) de sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs
- **SIS** est l'acronyme de Secteurs d'Information sur les Sols. Ceux-ci comprennent les terrains où la connaissance de la pollution des sols justifie, notamment en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et la mise en place de mesures de gestion de la pollution pour préserver la sécurité, la santé ou la salubrité publique et l'environnement.

Les bases de données BASOL et BASIAS sont gérées par le Ministère chargé de l'Environnement et le BRGM.

Le site à l'étude n'est pas référencé dans les bases de données BASOL et SIS.

En revanche, le secteur aval est référence dans la base de données BASIAS sous l'identifiant RHA7404579. La fiche détaillée est présentée en **Annexe 2**. Les activités sont :

- usine d'incinération et atelier de combustion de déchets (indépendants ou associés aux cimenteries) ;
- collecte et stockage des déchets non dangereux dont les ordures ménagères (décharge d'O.M. ; déchetterie) ;
- décharge de déchets industriels spéciaux (D.I.S.).

5.3 INFORMATIONS RECUEILLIES AUPRÈS DU SIVOM

Le SIVOM nous a transmis différents documents nous permettant de retracer l'historique du site :

- recueil d'informations relatives aux modalités de gestion du site des « Valignons » du SIVOM de la région de Cluses ;
- document du SIVOM relatant l'historique de la gestion des déchets de la région de Cluses.

Il ressort de ces documents que le secteur aval était un site de gestion de déchets (ordures ménagères et probablement des déchets industriels types déchets banals et toxiques) par incinération et enfouissement de juin 1973 à février 1979. Ce site de traitement était provisoire en attente de la construction de l'usine de Marignier qui a vu le jour en 1981-82. Durant son exploitation, le site a accueilli environ 8000 tonnes d'ordures ménagères par an provenant de six communes (Cluses, Magland, Marnaz, Marignier, Scionzier et Thyez).

Au droit du site, une station mobile d'incinération a été mise en place avec l'installation d'un four d'incinération (four rotatif Lilliers type DR30 de 2,5 tonnes/heure théorique) en juin 1973 et d'un second en avril 1975 (four Lilliers type FR2 de 3,5 tonnes/heure théorique) avant leurs arrêts en octobre 1977.

A compter de cette date, le traitement des ordures ménagères a été effectué uniquement par enfouissement des déchets. La station de traitement a été démantelée en novembre 1978 et la SIVOM a libéré les terrains de Marnaz en avril 1976.

Les estimations des quantités de déchets apportés, incinérés et enfouis sur le site des Valignons est reportés dans le tableau suivant.

Tableau 4 : Estimation des quantités de déchets apportés, incinérés et enfouis sur le site des Valignons (SIVOM)

Estimation des quantités de déchets apportés, incinérés et enfouis sur le site des VALIGNONS.						
Tonnages d'OM apportées sur sur le site des Valignons.	Année	Capacité d'incinération des fours (en tonnes / heure).	Tonnages OM incinérées	Tonnages OM enfouies (delta incinération).	Mâchefers résiduels en tonnes	Total de résidus enfouis sur le site des VALIGNONS en tonnes (OM + Mâchefers)
3 900	juin 1973	2,5 (1)	2 100	1 800	360	2 160
8069	1974	2,5 (1)	4 486	3 583	814	4 397
8 500	1975	3 (1,5) + 2,5 (1)	8 500	0	1 700	1 700
8 500	1976	3 (1,5) + 2,5 (1)	8 500	0	1 700	1 700
8 500	1977	3 (1,5)		0	1 275	1 275
		0		3 400		3 400
8 500	1978	0		8 500		8 500
2 125	1979 (avril = libération des terrains de marnaz)	0		2 125		2 125
48 094	Total		23 586	19 408	5 849	25 257

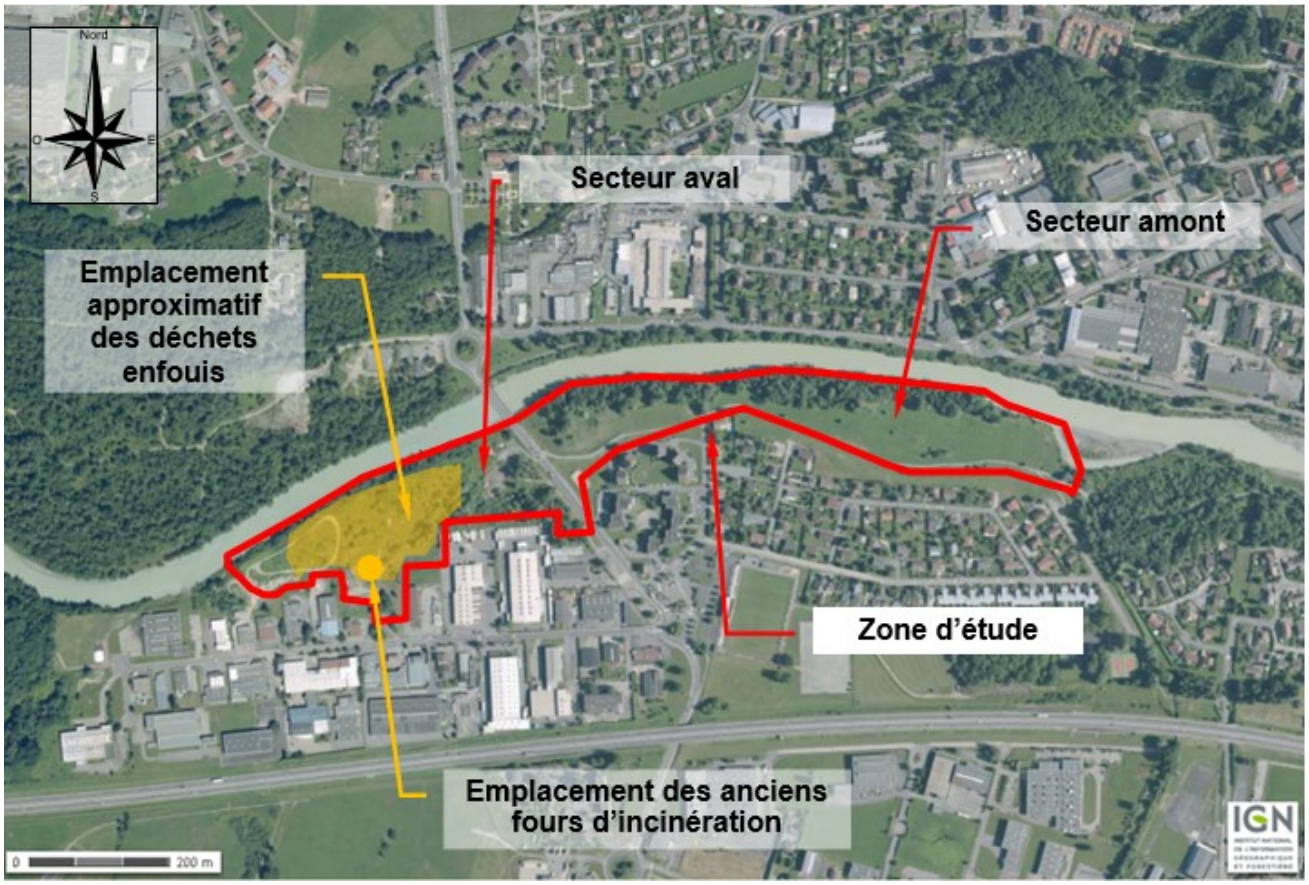
5.4 INTERVIEW ET RECUEIL DES ANCIENS SALARIÉS

D'après l'interview effectuée le 17/01/2014 par M. COTE (DEKRA) auprès de Monsieur Michel PELLET (ancien salarié de la déchetterie des Valignons de 1974 à 1975), le premier four incinérateur était mobile et placé sur un camion semi-remorque. Ce dernier fonctionnait au fioul et possédait une cheminée d'une hauteur approximative de 5 m. L'incinérateur n'était pas équipé d'un système de filtration de fumée. Le deuxième incinérateur était fixe et a été installé en avril 1975. La hauteur de sa cheminée était approximativement de 5 m et les fumées n'étaient ni filtrées, ni lavées.

Les déchets accueillis étaient issus des collectes auprès des ménages (ordures ménagères types déchets organiques, cartons, papiers, bois, verre, métal, plastiques …). Cependant, des déchets industriels ont été traités sur site (trichloroéthylène, huile …).

Selon Monsieur PELLET, les résidus d'incinérations ou mâchefers d'incinération d'ordures ménagères (MIOM) se présentaient plutôt sous forme de cendres. Les MIOM n'ont rien de commun avec les mâchefers des charbons car ils sont issus de la combustion, souvent imparfaite, de déchets hétérogènes mélangés. Les fours d'incinérations présents sur site n'étaient pas performants et présentaient une température d'incinération comprises entre 500 °C et 600 °C. Les MIOM étaient ensuite poussés sur le site à l'aide d'un engin mécanique. Des déblais de chantier ainsi que d'autres matériaux inertes (terre, brique, béton …) étaient apportés sur site et mélangés avec les MIOM.

Selon Monsieur PELLET, l'épaisseur de déchets apportés, incinérés et/ou enfouis sur les zones proches de l'incinérateur est approximativement de 2 m ou 3 m. De plus, le secteur amont semble n'avoir pas ou peu reçu de déchets. L'emplacement des anciens fours à incinération ainsi que les zones approximatives des déchets enfouis sont présentées ci-dessous.



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 12 : Emplacement des anciens fours et de la zone des déchets enfoui selon M. PELLET	Référence :	52764094
		Source :	DEKRA
		Échelle :	Cf. figure

5.5 INFORMATIONS RECUEILLIES AUPRES DE LA PRÉFECTURE

Selon la préfecture, cette installation provisoire a été autorisée par un arrêté préfectoral du 8 octobre 1973, pris en application de la loi du 19 décembre 1917 relative aux établissements dangereux, insalubres ou incommodes.

Le libellé des activités est présenté au sein du tableau suivant.

Tableau 5 : Libellé des anciennes activités autorisée par un arrêté préfectoral (Préfecture de la Haute-Savoie)

N° activité	Libellé activité	Code activité	Date début (*)	Date fin (*)	Importance	groupe SEI	Date du début	Ref. dossier	Autres infos
1	Usine d'incinération et atelier de combustion de déchets (indépendants ou associés aux cimenteries)	E38.47Z	08/10/1973		Autorisation	1er groupe	AP=Arrêté préfectoral	AD74_Sériecontinue-35081-04	Station d'incinération d'ordures ménagères
2	Collecte et stockage des déchets non dangereux dont les ordures ménagères (décharge d'O.M. ; déchetterie)	E38.11Z	01/03/1976		?	1er groupe	DCD=Date connue d'après le dossier	AD74_1017W156-26	Dépôt d'ordures ménagères
3	Décharge de déchets industriels spéciaux (D.I.S.)	E38.45Z	01/03/1976		?	1er groupe	DCD=Date connue d'après le dossier	AD74_1017W156-26	Dépôt d'ordures et déchets industriels (huiles, déchets plastique, déchets d'abattoir)

5.6 INFORMATIONS RECUEILLIES AUPRES DU SM3A

Sur le secteur aval, le site a été utilisé par la commune, dans le passé, pour y stocker des poteaux béton, qui ont tous été débarrasses en vue de leur broyage en 2009.

Le secteur amont a été partiellement décapé lors des travaux de construction de la digue des Valignons en 2001 et forme aujourd'hui une terrasse pour les crues de l'*Arve*.

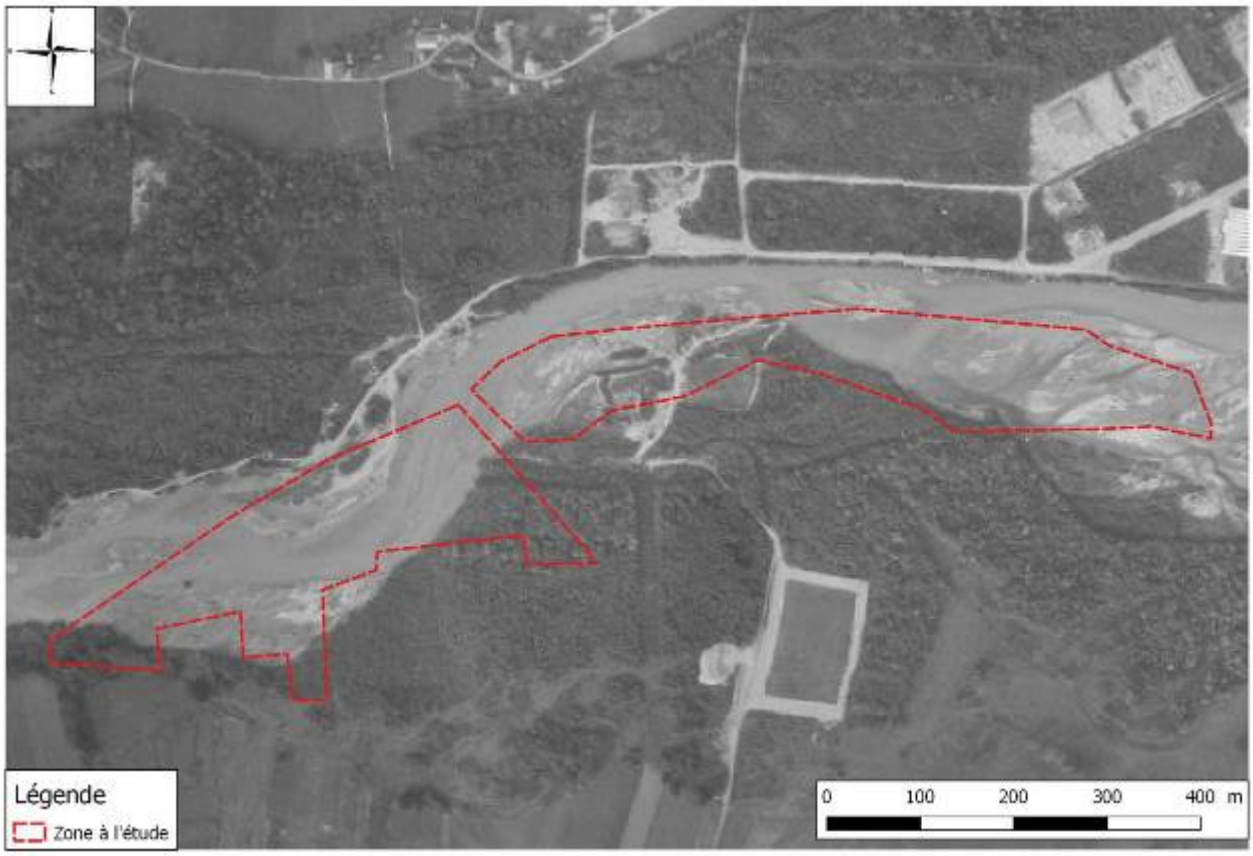
En 2008, le bureau d'études GéoArve a réalisé une campagne d'investigation (pénétromètre + pelle mécanique) sur l'ancienne zone d'implantation des fours d'incinération. Il ressort de cette étude 2 zones :

- une zone recouverte d'une faible épaisseur de remblais récents au-dessous duquel se trouve le terrain naturel ;
- une zone de dépôt sauvage de déchets, enfouis vers 0,3 m sous la surface du terrain et d'une épaisseur de +/- 3 m sous les points de sondages.

5.7 CONTEXTE HISTORIQUE LOCAL BASÉ SUR L'ETUDE DES PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES ANCIENNES

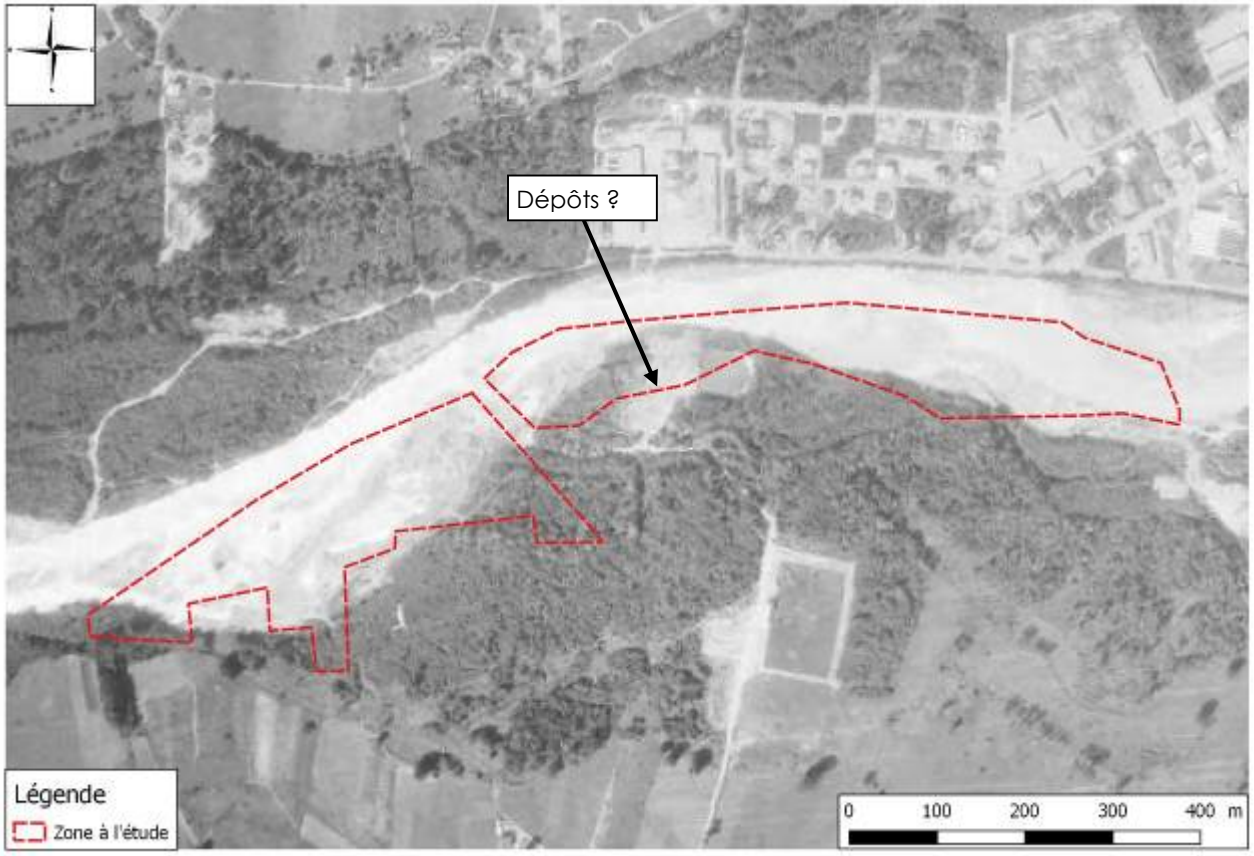
Les photographies mises à disposition par l'IGN sur son site internet et présentant une résolution pertinente ont été consultées.

Les photographies aériennes ont été géo référencées à l'aide Un système d'information géographique (SIG).



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 13 : Photographie aérienne de 1967	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	Cf. figure

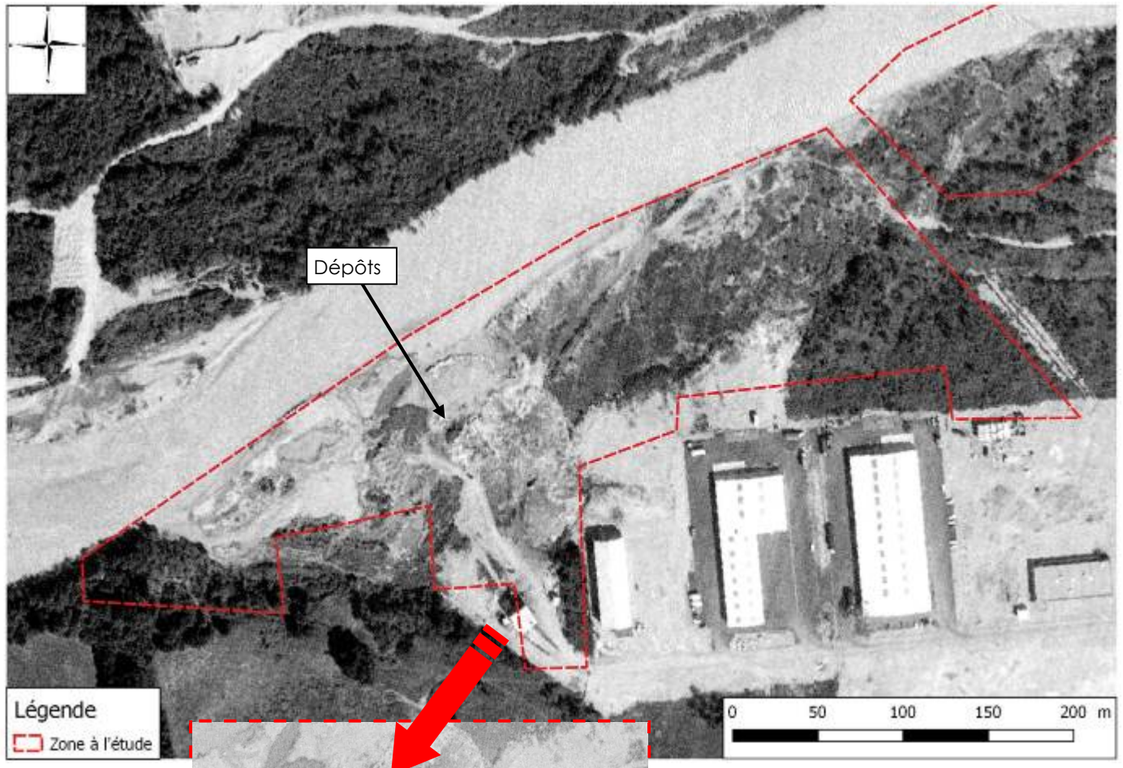
En 1967, la zone d'étude est occupée par le lit de l'*Arve* et par des zones boisées. Le terrain de football est déjà présent.

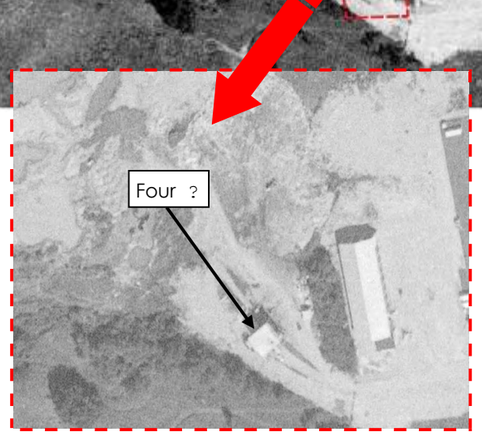


DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 14 : Photographie aérienne de 1971	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	Cf. figure

En 1971, la zone d'étude est occupée par le lit de l'*Arve* et par des zones boisées.

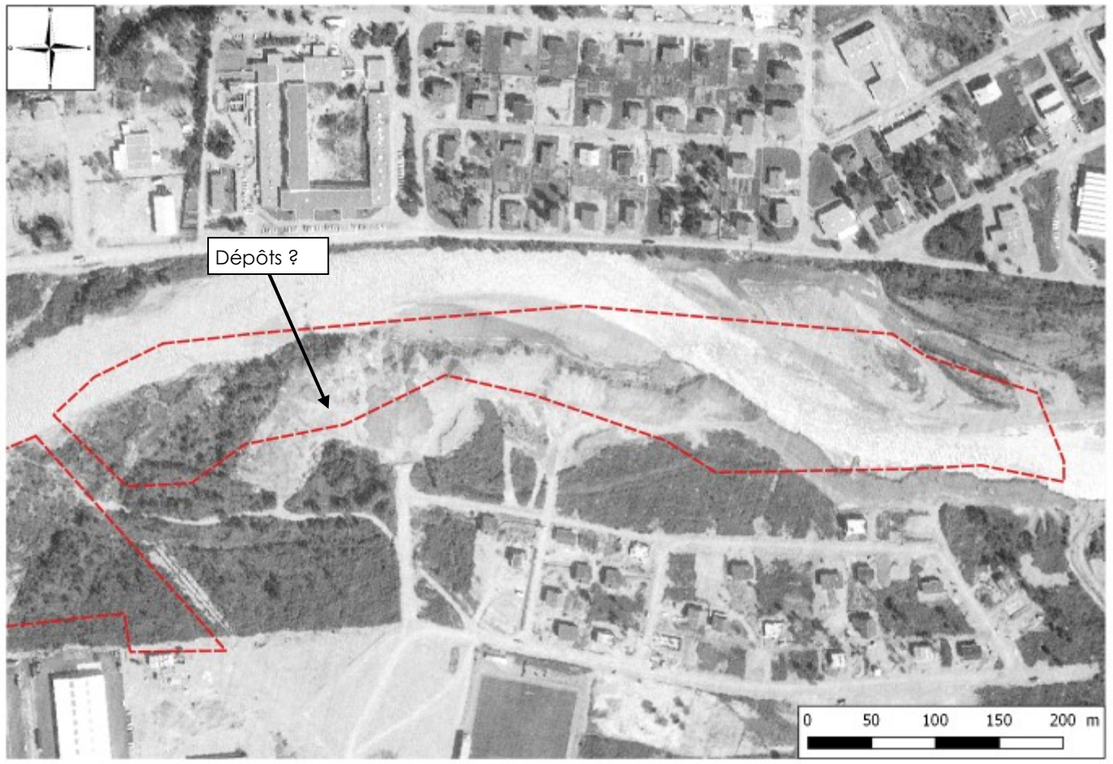
Une zone remaniée semble être présente en partie ouest du secteur amont (gravière ? dépôt ?).





Secteur aval : On observe des zones remaniées au centre du secteur aval avec des dépôts. On note une installation en partie sud qui pourrait correspondre au four d'incinération.

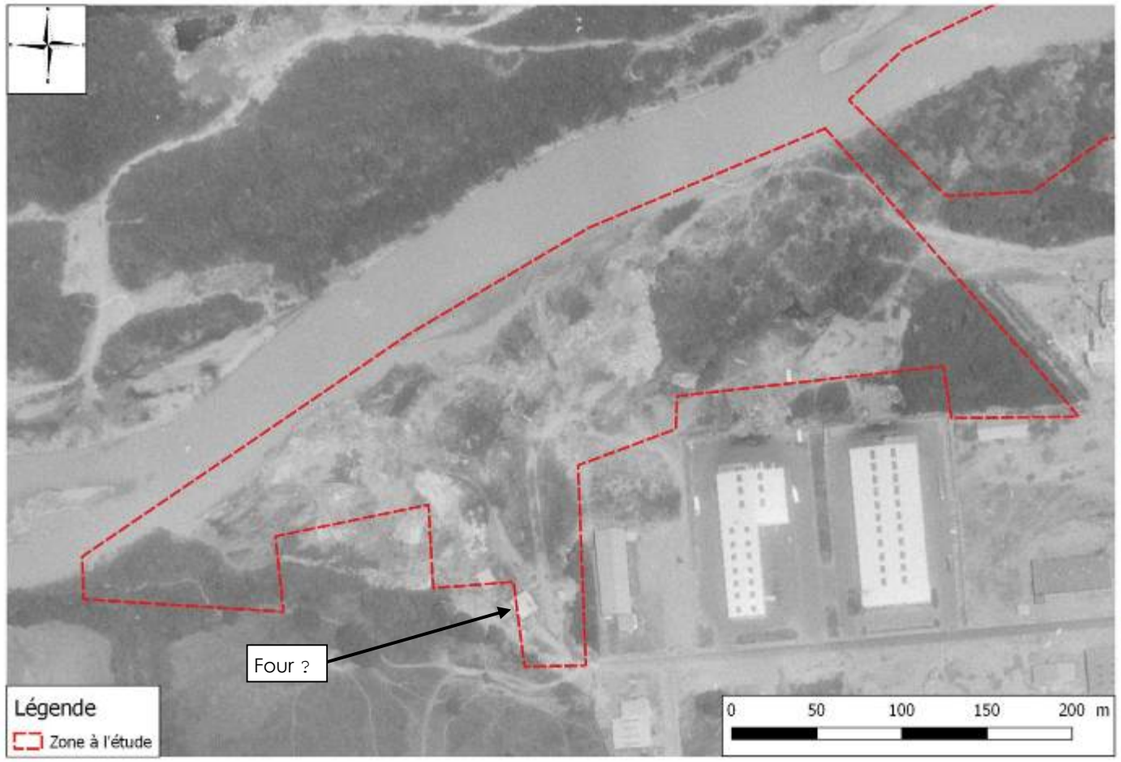
Les premiers bâtiments industriels sont construits en partie sud de la décharge.

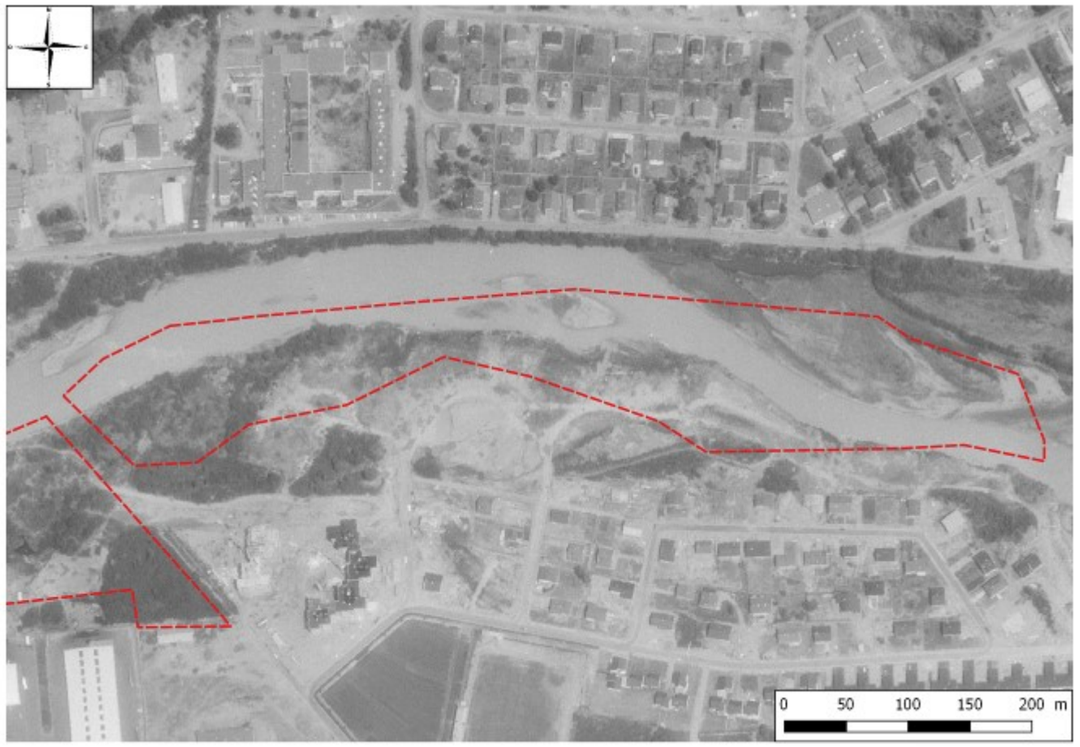


Secteur amont : La zone est occupée par le lit de l'*Arve* et par des zones boisées. On semble observer des zones remaniées en partie ouest. Des chemins sont d'accès sont maintenant créés.

Les premières maisons du lotissement sont présentes en partie sud.

DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 15 : Photographie aérienne de 1973	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	Cf. figure



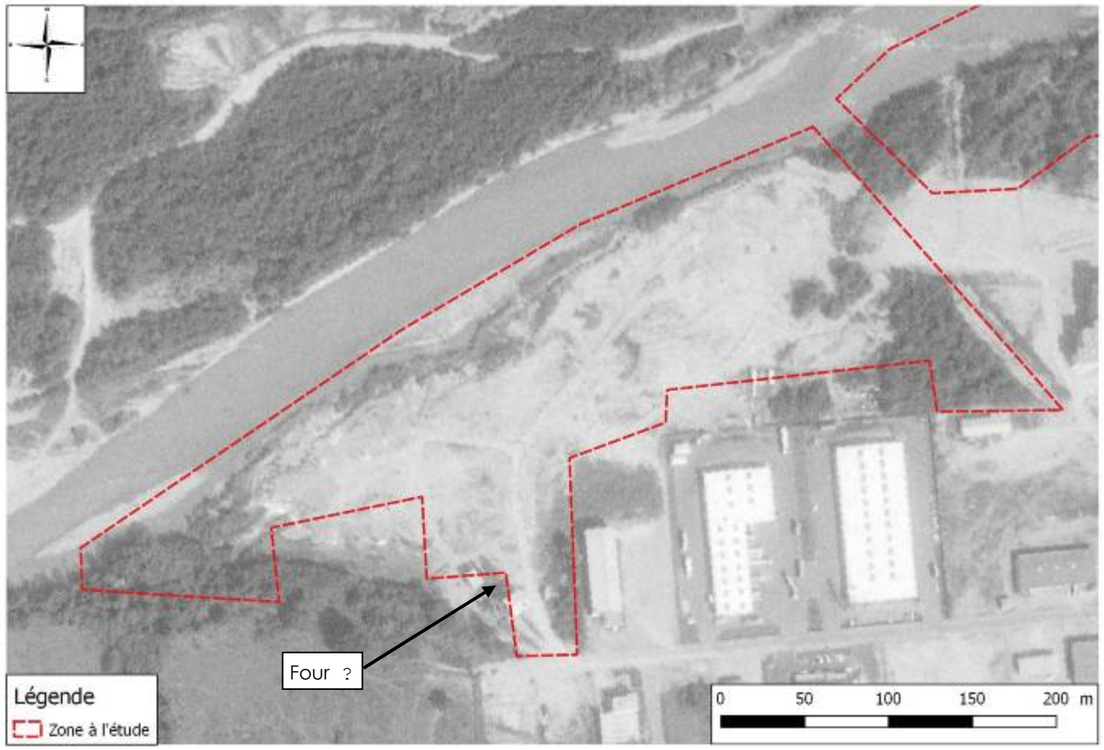


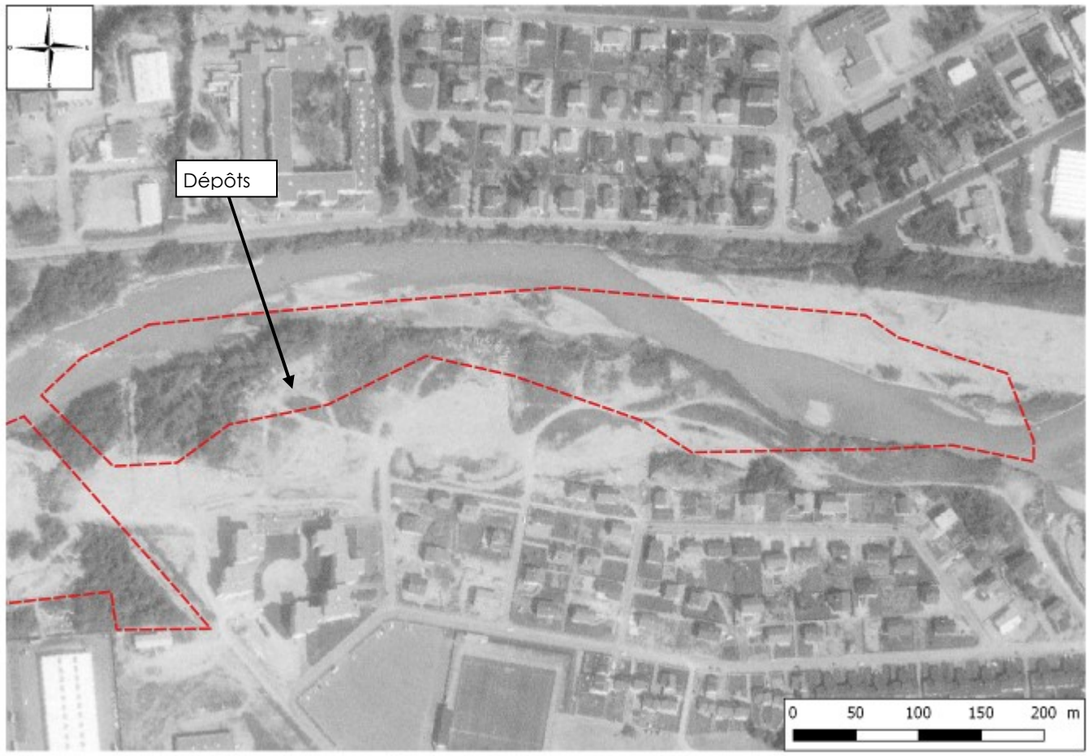
Secteur aval : Les zones remaniées avec les dépôts semblent occuper une plus grande surface. Le lit de l'*Arve* semble se combler. On note toujours une installation en partie sud qui pourrait correspondre au four d'incinération.

Secteur amont : La zone est toujours majoritairement occupée par le lit de l'*Arve*. On semble toujours observer des zones remaniées en partie ouest.

Le lotissement présent en partie sud se développe. Des immeubles d'habitations sont construits au sud-est.

DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 16 : Photographie aérienne de 1976	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	Cf. figure





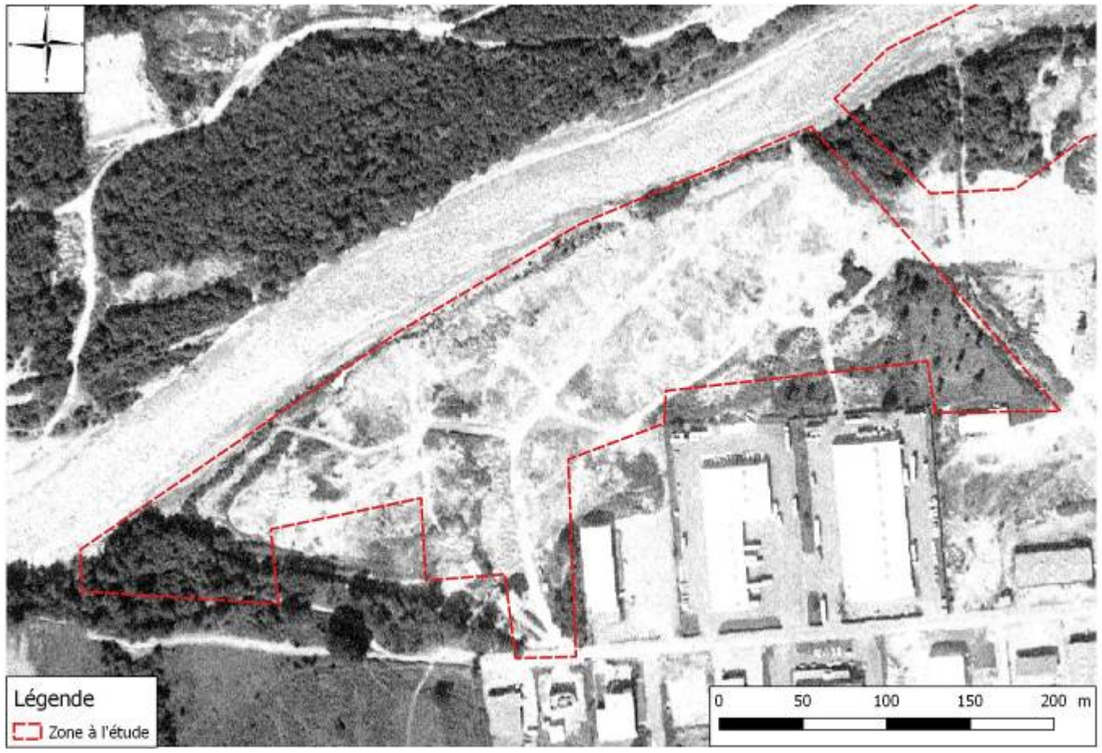
Secteur aval : Le secteur aval semble entièrement remanié (à l 'exception de la partie est) et le lit de l'*Arve* est de plus en plus comblé. On note toujours une installation en partie sud qui pourrait correspondre au four d'incinération.

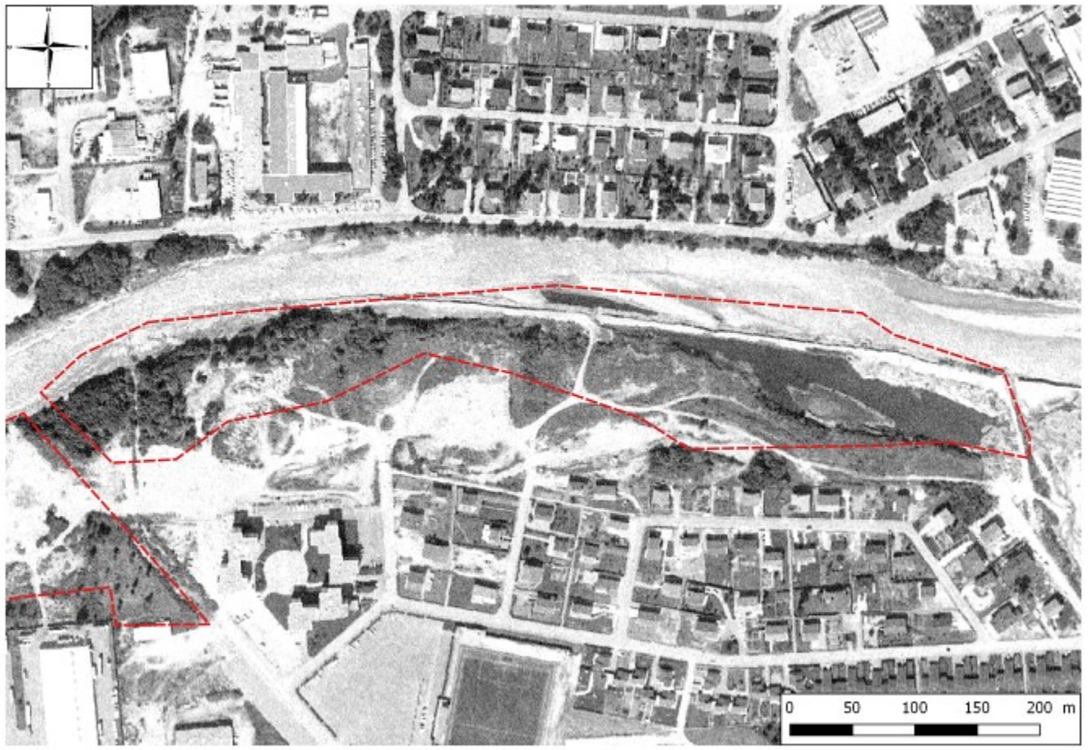
Les premiers bâtiments industriels en partie sud de l'actuel avenue du Môle se développent.

Secteur amont : La zone est toujours majoritairement occupée par le lit de l'*Arve* même si celui-ci semble se combler en partie ouest. On observe des zones remaniées au droit de cette zone.

Le lotissement présent en partie sud se développe, tout comme les immeubles d'habitations au sud-est.

DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 17 : Photographie aérienne de 1978	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	Cf. figure

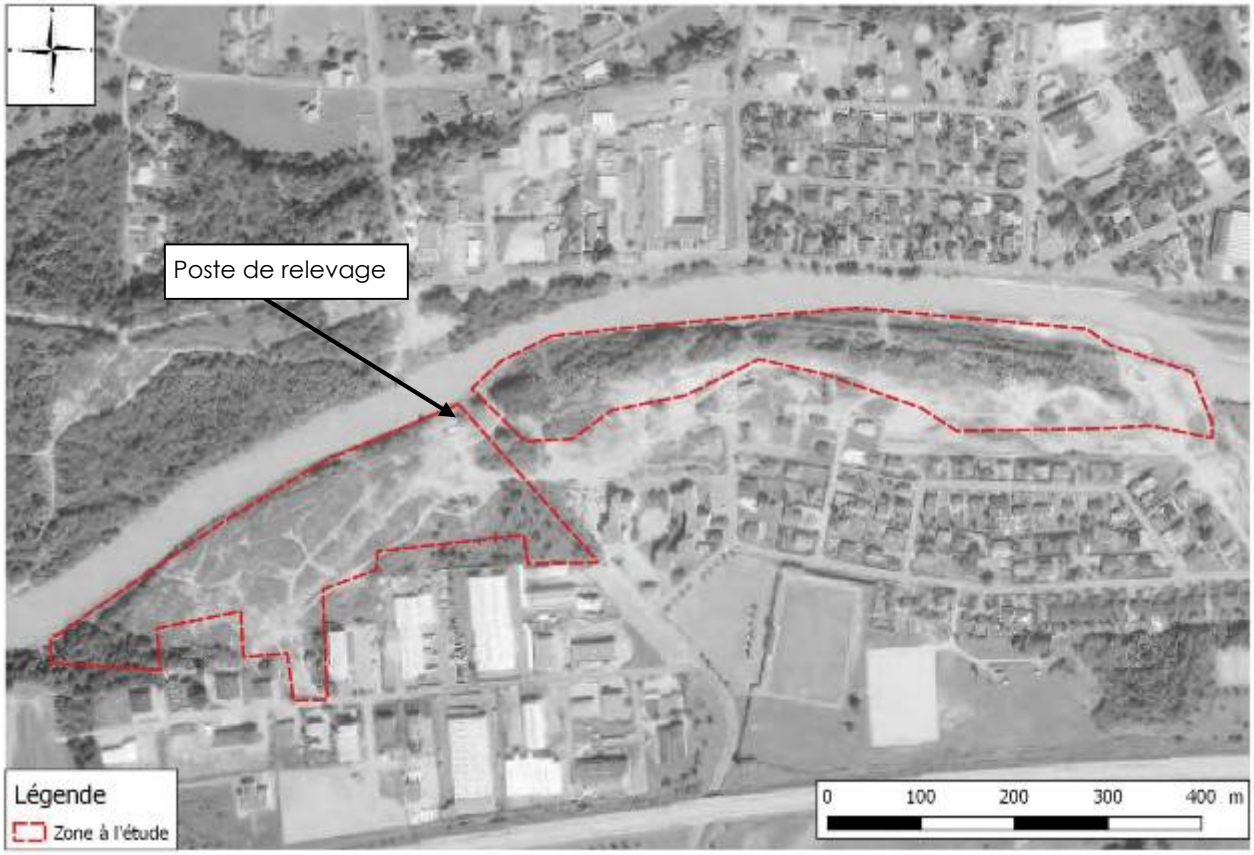




Secteur aval : Aucune modification notoire n'est à mettre en avant par rapport à 1978.

Secteur amont : Aucune modification notoire n'est à mettre en avant par rapport à 1978.

DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 18 : Photographie aérienne de 1980	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	Cf. figure

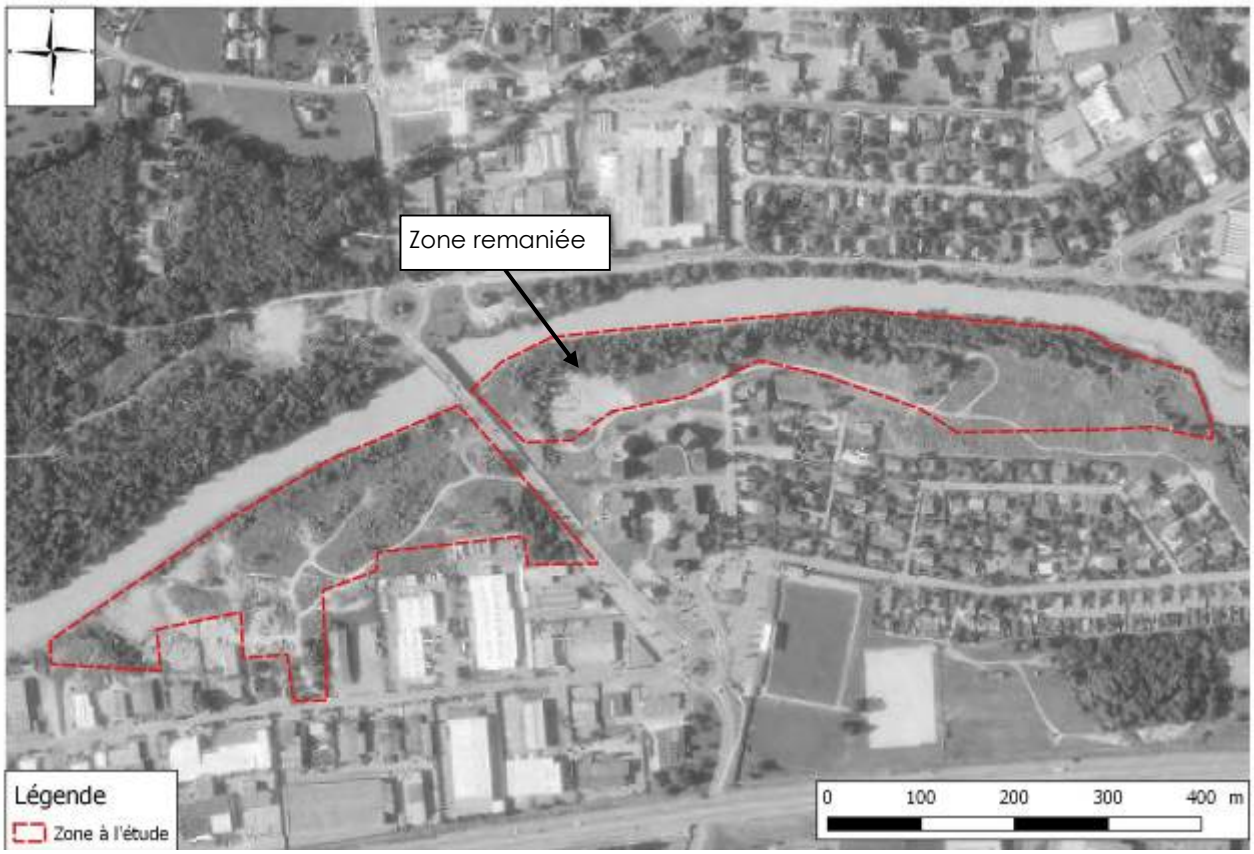


DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 19 : Photographie aérienne de 1986	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	Cf. figure

- **Secteur aval** : Aucune modification notoire n'est à mettre en avant par rapport à 1980 à l'exception de l'apparition du poste de relevage en partie nord-est. La zone commence à être végétalisée. Les bâtiments industriels en partie sud se développent ;
- **Secteur amont** : Aucune modification notoire n'est à mettre en avant par rapport à 1980 à l'exception du comblement du lit de l'*Arve* en partie est. Des maisons individuelles sont présentes en limite sud.

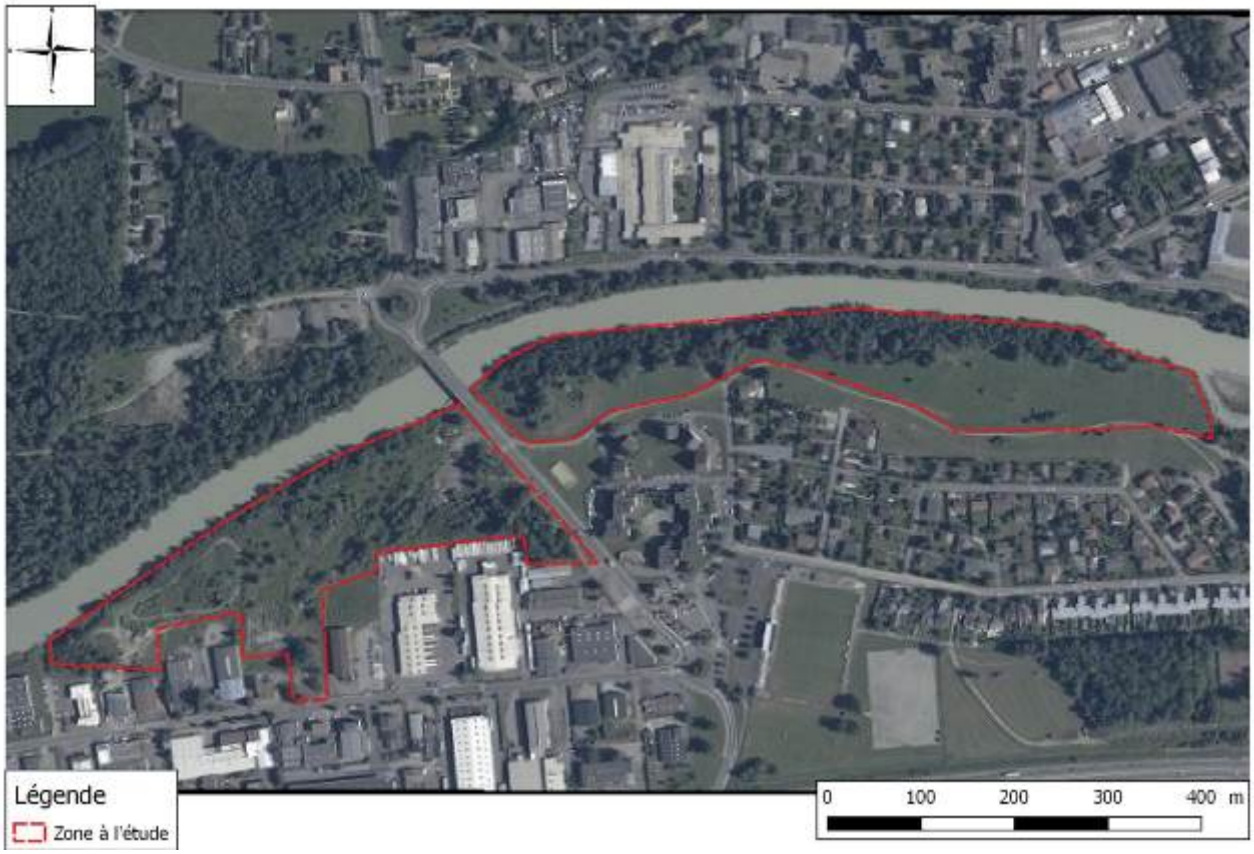
DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 20 : Photographie aérienne de 1995	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	Cf. figure

- **Secteur aval** : Aucune modification notoire n'est à mettre en avant par rapport à 1986. La zone se végétalise. Les bâtiments industriels en partie sud se développent. Le pont des Chartreux est construit ;
- **Secteur amont** : Aucune modification notoire n'est à mettre en avant par rapport à 1986. Une zone remaniée apparait en partie est. Le lotissement présent en partie sud se développe, tout comme les immeubles d'habitations au sud-est.



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 21 : Photographie aérienne de 2004	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	Cf. figure

- **Secteur aval** : Aucune modification notoire n'est à mettre en avant par rapport à 1995. La zone commence à être végétalisée. Les bâtiments industriels en partie sud se développent ;
- **Secteur amont** : Aucune modification notoire n'est à mettre en avant par rapport à 1995. Une zone remaniée apparait en partie ouest ;



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 22 : Photographie aérienne de 2012	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	Cf. figure

- **Secteur aval** : La zone d'étude est dans sa configuration actuelle ;
- **Secteur amont** : La zone d'étude est dans sa configuration actuelle.

A partir de l'étude des différentes photographies aériennes, il a été possible de déterminer l'emprise de la zone remaniée correspondant à l'emprise théorique de la décharge sur le secteur aval. Cette zone remaniée a été ensuite superposée à la photographie aérienne actuelle à l'aide d'un logiciel SIG. Le résultat est présenté ci-dessous.

Il apparait notamment qu'une partie de la zone remaniée observée en partie sud-est sort du périmètre de la zone à l'étude.

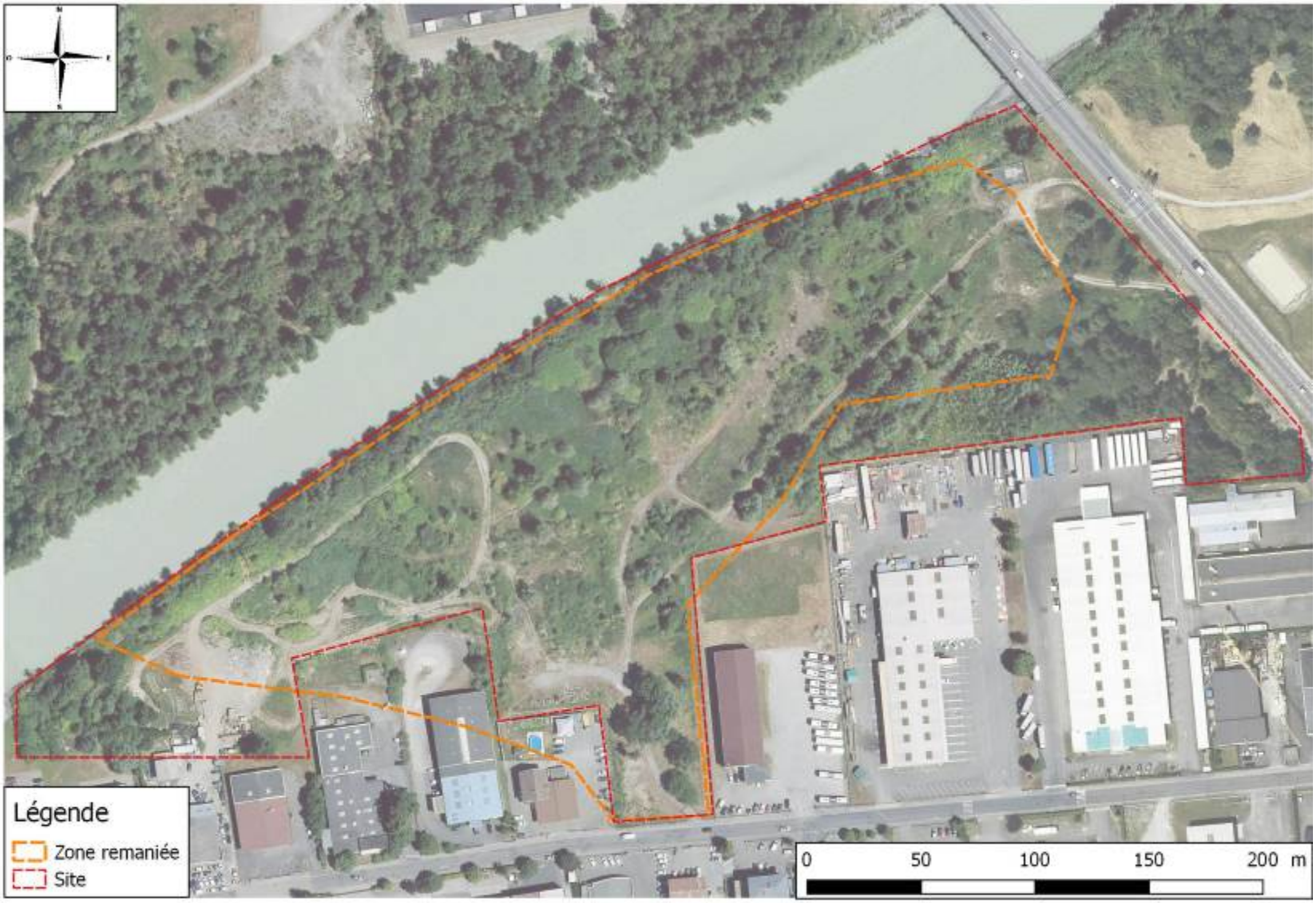
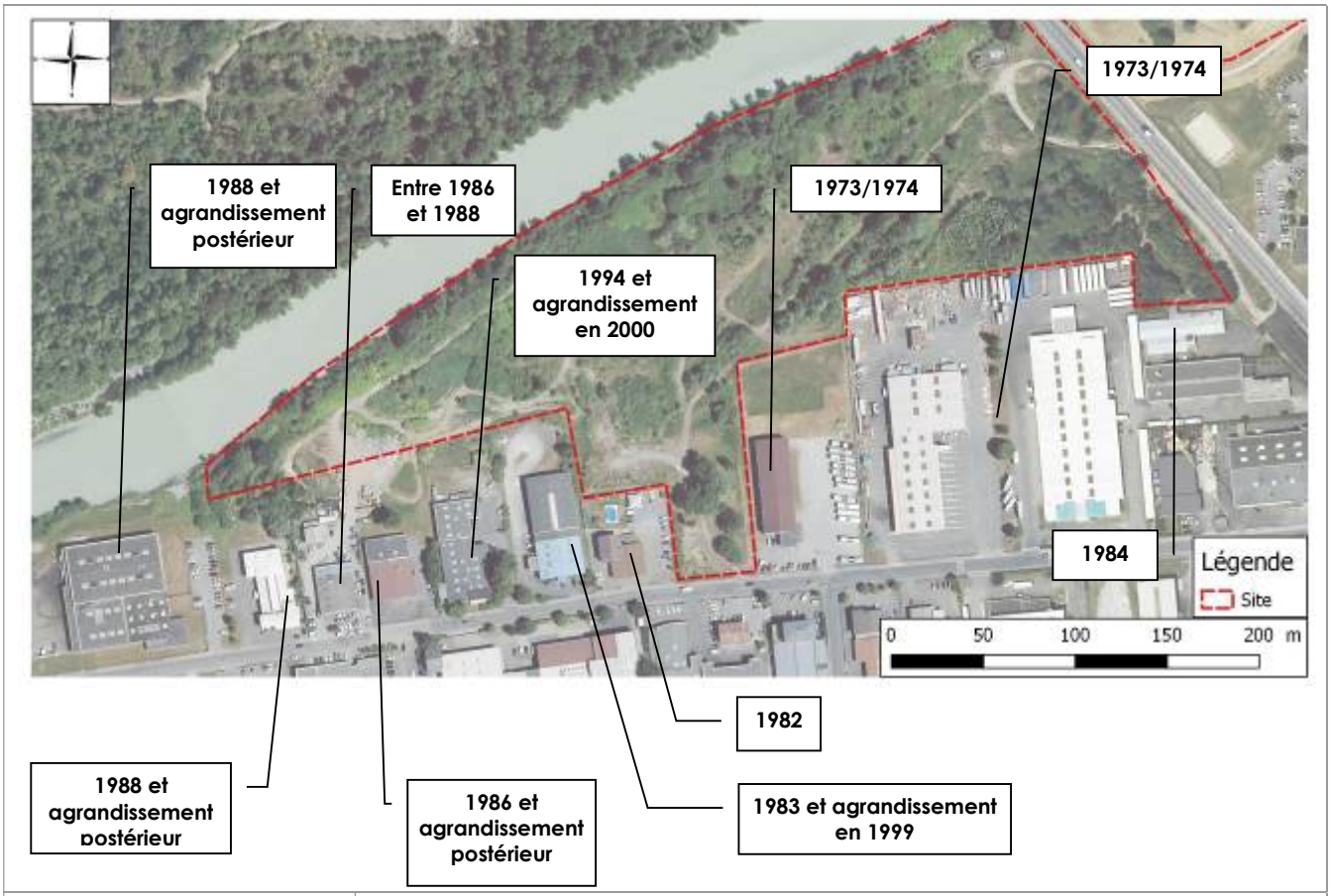


Figure 23 : Zone remaniée correspondant à l'emprise théorique de la décharge sur le secteur aval

5.8 INFORMATIONS RECUEILLIES AUPRÈS DE LA MAIRIE DE MARNAZ

La consultation des permis de construire des bâtiments industriels localisés au sud du secteur aval a permis de définir si ceux-ci sont antérieurs ou postérieurs à l'exploitation de la décharge (1973).

Ces informations sont présentées au sein de la figure suivante.



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 24 : Permis de construire des bâtiments industriels localisés au sud du secteur aval	Référence :	52764094
		Source :	SM3A / mairie de Marnaz
		Échelle :	Cf. figure

A part les bâtiments correspondant aux sociétés JC MERMET et JACQUET (1973/1974), toutes les autres constructions sont postérieures à l'exploitation de la décharge (1973).

5.9 INCIDENTS ET ACCIDENTS RÉPERTORIÉS SUR LE SITE D'ÉTUDE

Aucun incident en lien avec le site et ayant pu porter atteinte à la qualité des sols et du sous-sol n'est référencé au sein de la base de données ARIA (Analyse Recherche et Information sur les Accidents). Cette dernière centralise toutes les informations relatives aux accidents, pollutions graves et incidents significatifs survenus dans les installations susceptibles de porter atteinte à l'environnement, à la sécurité ou la santé publiques.

Aucun incident sur site n'a également été porté à notre connaissance.

5.10 ETUDE ENVIRONNEMENATLE RÉALISÉE PAR INGEOS EN 2009

Le bureau d'étude INGEOS a réalisé en 2009 des investigations de sol au droit d'une zone localisée sur le secteur aval. Cette zone, propriété de la comme de Marnaz, a fait l'objet d'une proposition de rachat par la société de transport JACQUET qui souhaite y construire un abri pour ses véhicules.

La zone d'étude est localisée ci-dessous.

DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 25 : Localisation des investigations de sol réalisées par INGEOS en 2009	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	Mairie de Marnaz

Les 10 fouilles réalisées au tractopelle ont mis en évidence :

- l'absence de zone de remblais ;
- l'absence de fondations ;
- l'absence d'anomalie en HCT, HAP, BTEX, COHV et métaux.

5.11 ETUDE GEOTECHNIQUE REALISEE PAR SOLEN EN 2000

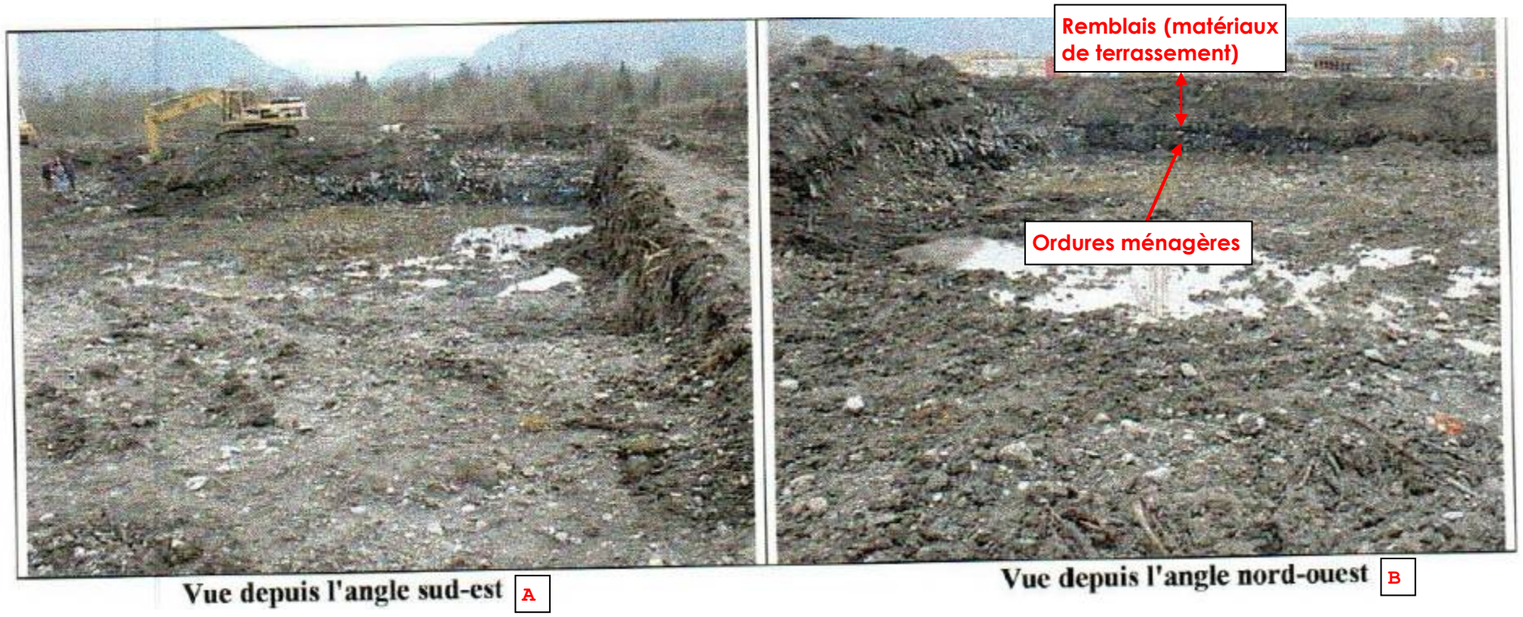
La société SUBA a réalisé une extension de son bâtiment industriel en 2000. Dans ce cadre, la société SOLEN GEOTECHNIQUE a réalisé une mission de suivi d'exécution (mission G4). Le procès-verbal de visite de fond de fouille n° SG 2265 LR du 07/04/2000 met en évidence les éléments suivants :

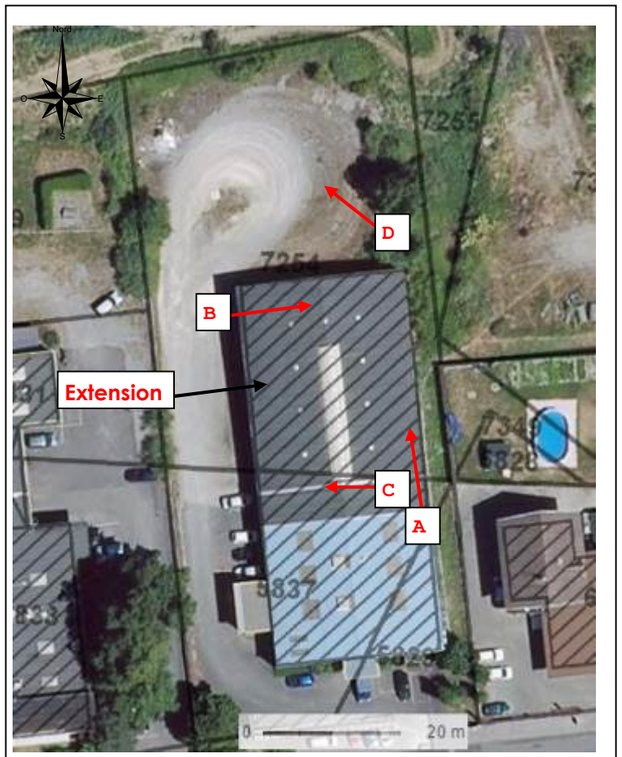
Avancement du chantier (au 06/04/2000):

- Les remblais ont été décapés sur l'emprise de l'extension projetée, jusqu'à la cote -3,5 m/Niveau Fini, et sur l'emprise des voiries jusqu'à -1,5 m/Niveau Fini.
- Au droit de la construction, les galets et graviers du terrain naturel sont atteints sur la moitié de la surface du projet côté existant, entre -1 et -3,5 m/ niveau fini. Sur l'autre moitié, ils s'approfondissent encore sous des remblais en place de type déchets industriels (limon sableux, plastiques, quelques bois, hydrocarbures). L'épaisseur résiduelle de ces remblais a été mesurée en extrémité Nord de l'extension entre 1,0 et 1,5 m d'épaisseur.
- Un drainage gravitaire est mis en place en fond de fouille en utilisant le réseau E.P. existant qui a été purgé au droit du projet, et qui est accessible en limite Ouest. La hauteur d'eau résiduelle en fond de fouille atteint par endroit 10 cm.
- Au droit des voiries, le fond de fouille est constitué d'ordures ménagères. Leur épaisseur résiduelle est probablement de 3 à 4 m.

Figure 26 : Procès-verbal de visite de fond de fouille du 07/04/2000 (source : SOLEN GEOTECHNIQUE)

Des photographies des fond et bords de fouille ont été réalisés le 07/04/2000 et sont présentées ci-dessous.





Emprise actuelle su site SUBA et vues des photographies

Figure 27 : Photographies du fond de fouille datant du 06/04/2000 (source : SOLEN GEOTECHNIQUE)

5.12 SYNTHESE DE L'HISTORIQUE DU SITE

La synthèse de l'historique du site est présentée au sein du tableau suivant.

Tableau 6 : Synthèse de l'historique du site du secteur aval

DATES	ZONE CONCERNEE	EVOLUTION DES PRINCIPALES ACTIVITES EXERCEES SUR LE SITE	PHOTOGRAPHIES AERIENNES
Avant 1973	Secteur à l'étude	La zone d'étude est occupée par le lit de l'*Arve* et par des zones boisées.	
Juin 1973	Zone et secteur à l'étude	Mise en exploitation d'un four mobile d'une capacité de 2,5 tonnes/heures. Les déchets accueillis étaient issus des collectes auprès des ménages (ordures ménagères types déchets organiques, cartons, papiers, bois, verre, métalliques, plastiques …). Cependant, des déchets industriels ont été traités sur site (trichloroéthylène, huile …).	On observe des zones remaniées au centre du secteur aval avec des dépôts. On note une installation en partie sud qui pourrait correspondre au four d'incinération. Les premiers bâtiments industriels sont construits en partie sud de la décharge.
Avril 1975	Zone et secteur à l'étude	Mise en exploitation d'un four mobile fixe d'une capacité de 3 tonnes/heures. Les résidus d'incinération étaient poussés sur le site à l'aide d'un engin mécanique. Des déblais de chantier ainsi que d'autres matériaux inertes (terre, brique, béton …) étaient apportés sur site et mélangés avec les résidus d'incinération.	Les zones remaniées avec les dépôts semblent occuper une plus grande surface. Le lit de l'*Arve* semble se combler. On note toujours une installation en partie sud qui pourrait correspondre au four d'incinération.
Octobre 1977	Zone et secteur à l'étude	Le SIVOM prend conscience de la mauvaise qualité des fours d'incinération. Il décide de poursuivre le traitement des ordures ménagères par le biais d'une décharge contrôlée sur le site des Valignons.	Le secteur aval semble entièrement remanié (à l 'exception de la partie est) et le lit de l'Arve est de plus en plus comblé. On note toujours une installation en partie sud qui pourrait correspondre au four d'incinération. Les bâtiments industriels en partie sud de l'actuel avenue du Môle se développent.
Mars 1978	Zone et secteur à l'étude	Le SIVOM décide de faire procéder au démontage des installations de Marnaz. D'après les informations obtenues auprès du SIVOM, environ 48 094 tonnes de déchets ont été apportés sur le site : 23 586 tonnes ont été incinérées et 25 257 tonnes ont été enfouis (ordures ménagères + résidus d'incinération + déchets industriels ?).	
Avril 1979	Zone et secteur à l'étude	La SIVOM libère les terrains de Marnaz.	
1980 à aujourd'hui	Zone et secteur à l'étude	Zone en friche.	Le poste de relevage en partie nord-est apparait vers 1986. La zone commence se végétalise. Les bâtiments industriels en partie sud se développent.

Tableau 7 : Synthèse de l'historique du site du secteur amont

DATES	ZONE CONCERNEE	EVOLUTION DES PRINCIPALES ACTIVITES EXERCEES SUR LE SITE	PHOTOGRAPHIES AERIENNES
1971	Zone et secteur à l'étude	La zone d'étude est occupée par le lit de l'Arve et par des zones boisées. Une zone remaniée semble être présente en partie est du secteur amont (gravière ? dépôt ?) est occupée par le lit de l'*Arve* et par des zones boisées.	
1980	Zone et secteur à l'étude	La zone est toujours majoritairement occupée par le lit de l'*Arve* même si celui-ci semble se combler. On semble observer des zones remaniées en partie ouest (dépôts ?). Des chemins sont d'accès sont maintenant créés. Le lotissement de maisons individuelles présent en partie sud se développe, tout comme les immeubles d'habitations au sud-est.	
1980 à aujourd'hui	Zone et secteur à l'étude	Aucune modification notoire n'est à mettre en avant à l'exception du comblement du lit de l'*Arve* en partie est. Quelques zones remaniées apparaissent (dépôts ?). Le zone se végétalise. Le lotissement présent en partie sud se développe, tout comme les immeubles d'habitations au sud-est.	

6 MISSION A120 : ETUDE DE VULNÉRABILITÉ DES MILIEUX

6.1 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

D'après la carte géologique n° 679 du BRGM, le site est localisé sur la formation des alluvions fluviatiles et torrentielles récentes (Fz). Cette formation correspond à des dépôts fluviatiles composés de cailloutis au sein d'une matrice sableuse.

	Ancienne décharge des Valignons		
DEKRA	Figure 28 : Extrait de la carte géologique de Cluses n°679	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	1/15 000ème

Un forage (référencé 06791X0025/FO169A au sein de la BSS) réalisé à environ 200 m au Sud du site et présentant un niveau altimétrique comparable à celui du site (~ 470 m) donne le log géologique présenté au sein de la figure suivante.

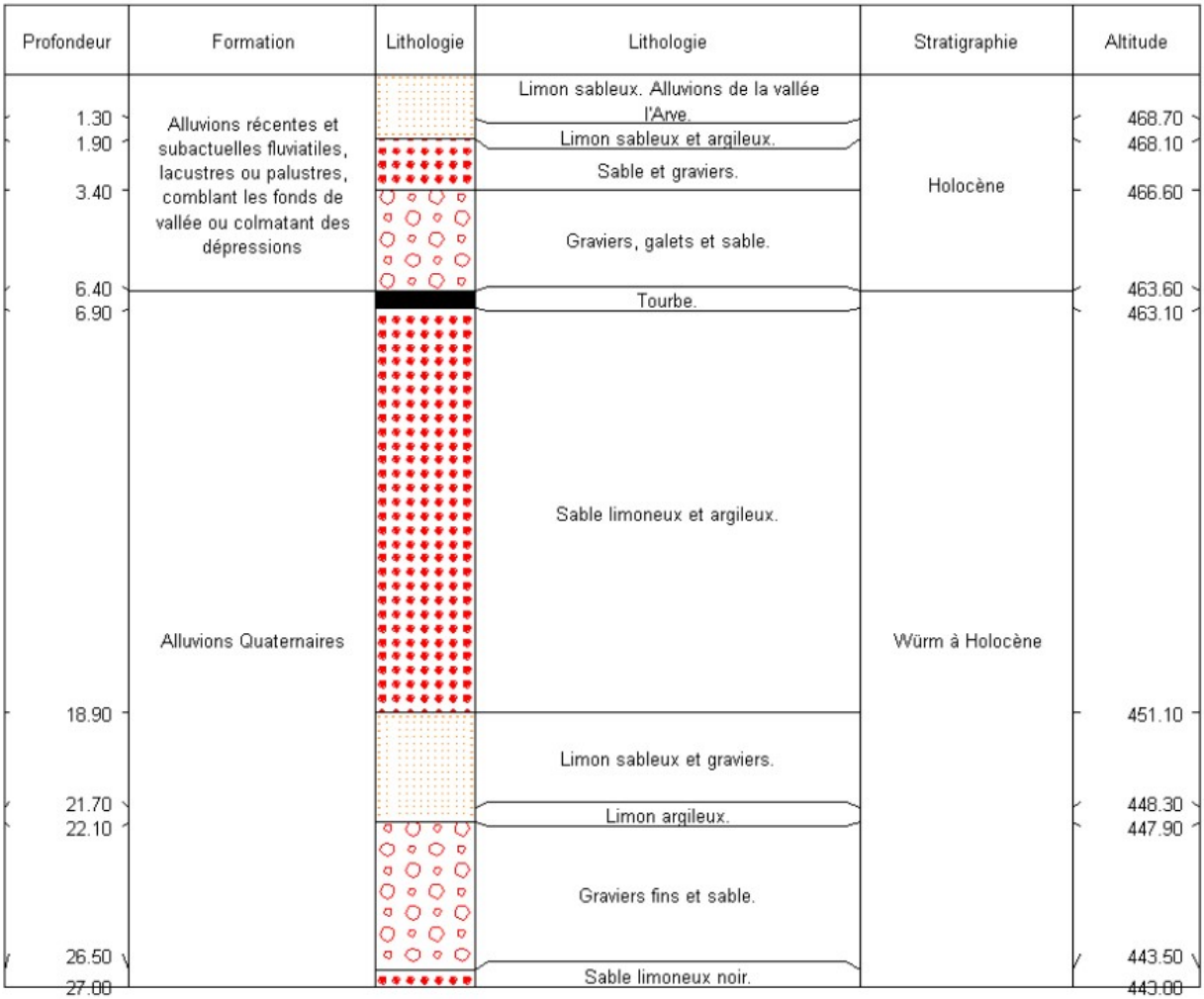


Figure 29 : Log géologique 06791X0025/FO169A (source : BRGM)

6.2 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Du point de vue hydrogéologique, le principal aquifère présent dans le secteur de Marnaz correspond aux **alluvions de l'*Arve* et du *Giffre*** (FRDG309). Le magasin aquifère comporte trois unités dont le rôle hydrogéologique est différent :

- **alluvions récentes (nappe d'accompagnement de l'Arve)** : il s'agit soit des alluvions actuelles ou subactuelles de l'Arve, du Giffre et de la Ménoge, soit d'épanchements fluvio-glaciaires superficiels remaniant les moraines latérales du glacier de l'Arve. Les formations graveleuses superficielles (alluvions récentes) constituent des aquifères de faible importance, la plupart du temps. Leur épaisseur varie en moyenne de 10 à 20 m (60 m au forage des Houches). La perméabilité est de l'ordre de $0{,}1.10^{-3}$ m/s et sa vulnérabilité est forte.

  Le niveau statique des eaux souterraines au droit du site est attendu à faible profondeur (entre 2 et 5 m) avec un sens d'écoulement vers le nord-ouest (sens d'écoulement de l'*Arve*).

- **formations glaciaires et/ou fluvio-glaciaires anciennes (nappes semi-profondes)** : Les formations graveleuses incluses dans les moraines (graviers interstadiaires) abritent une nappe étendue et majoritairement captive. La puissance de cette formation est variable, elle peut dépasser 20 m. De par sa profondeur et la présence d'une une couche de sable limoneux et argileux d'environ 12 m séparant la nappe superficielle d'accompagnement de l'Arve, les eaux souterraines apparaissent peu vulnérables

  Au sud-est du site, la profondeur des ouvrages d'exploitation (AEP) exploitant ce magasin aquifère est d'environ 27 m. Cette dernière s'écoule a priori dans le sens nord/nord-ouest.

- **sillons de surcreusement (nappe profonde)** : La zone des sillons de surcreusement de l'Arve, du Giffre et de la Ménoge a une extension latérale limitée. Les sillons jouent un rôle hydrogéologique très important. Leur épaisseur varie en moyenne de 50 à 60 m. L'alimentation des nappes interstadiaires et des sillons profonds a pour origine soit la drainance depuis la molasse du Miocène, soit les formations de bordures, qui sont relativement colmatées.

6.2.1 USAGES DES EAUX SOUTERRAINES

La base de données BSS d'infoterre fait état de 10 ouvrages dans un rayon de 1 km autour de la zone d'étude (cf. figure e tableaux en pages suivantes). On note la présence d'ouvrages sensibles en amont hydrogéologique du site (captage AEP et usages non renseignés) et d'autres non sensibles (sondages géotechniques). Aucun ouvrage sensible n'est recensé en aval du site.

A noter la présence d'un point d'eau recensé comme eau collective et localisée de l'autre côté de l'Arve (à environ 400 m du pont des Chartreux). Il n'est pas indiqué si ce point d'eau capte la nappe d'accompagnement de l'*Arve* ou la nappe captive sous-jacente. De par la distance, ce point n'est pas considéré comme vulnérable.

Tableau 8 : Caractéristiques des ouvrages resencés comme point d'eau dans un rayon de 1 km au sein de la BSS

Identifiant BSS	Nature	Etat de l'ouvrage	Profondeur	Utilisation	Objet de la reconnaissance	Niveau d'eau par rapport au sol	Niveau NGF de l'ouvrage	Date de fin de travaux	Distance par rapport au site (pont des Chartreux)	Position hydrogeologique (nappe d'accompagnement de l'Arve)
BSS001SGGT	Forage	NR	21 m	NR	Sol-Fondation	NR	NR	1976	890 m	Latéral
BSS001RKKN	Source	Exploité	NR	Eau collective	Eau	NR	470 m	NR	400 m	Situé de l'autre côté de l'Arve
BSS001SGJP	Forage	NR	10,34 m	NR	NR	NR	NR	NR	300 m	Amont
BSS001SGJN	Forage	NR	7,5 m	NR	NR	NR	NR	NR	230 m	Amont
BSS001SGJM	Forage	NR	11,5 m	NR	NR	NR	NR	NR	320 m	Amont
BSS001SGHH	Forage	Exploité	27 m	AEP	Eau	NR	470 m	1974	560 m	-
BSS001SGJL	Forage	NR	27,5 m	Piézomètre	NR	NR	470 m	NR	540 m	-
BSS001SGJV	Forage	NR	15,5 m	NR	Route	3 m	NR	NR	1 000 m	Amont
BSS001SGGU	Forage	NR	15,5 m	NR	Route	NR	NR	NR	1 030 m	Amont
BSS001SGGR	Forage	NR	16 m	NR	Route	4 m	NR	1973	1 030 m	Amont

NR : Non renseigné.

Remarque : Le recensement des ouvrages ainsi que leur usage n'est pas exhaustif.

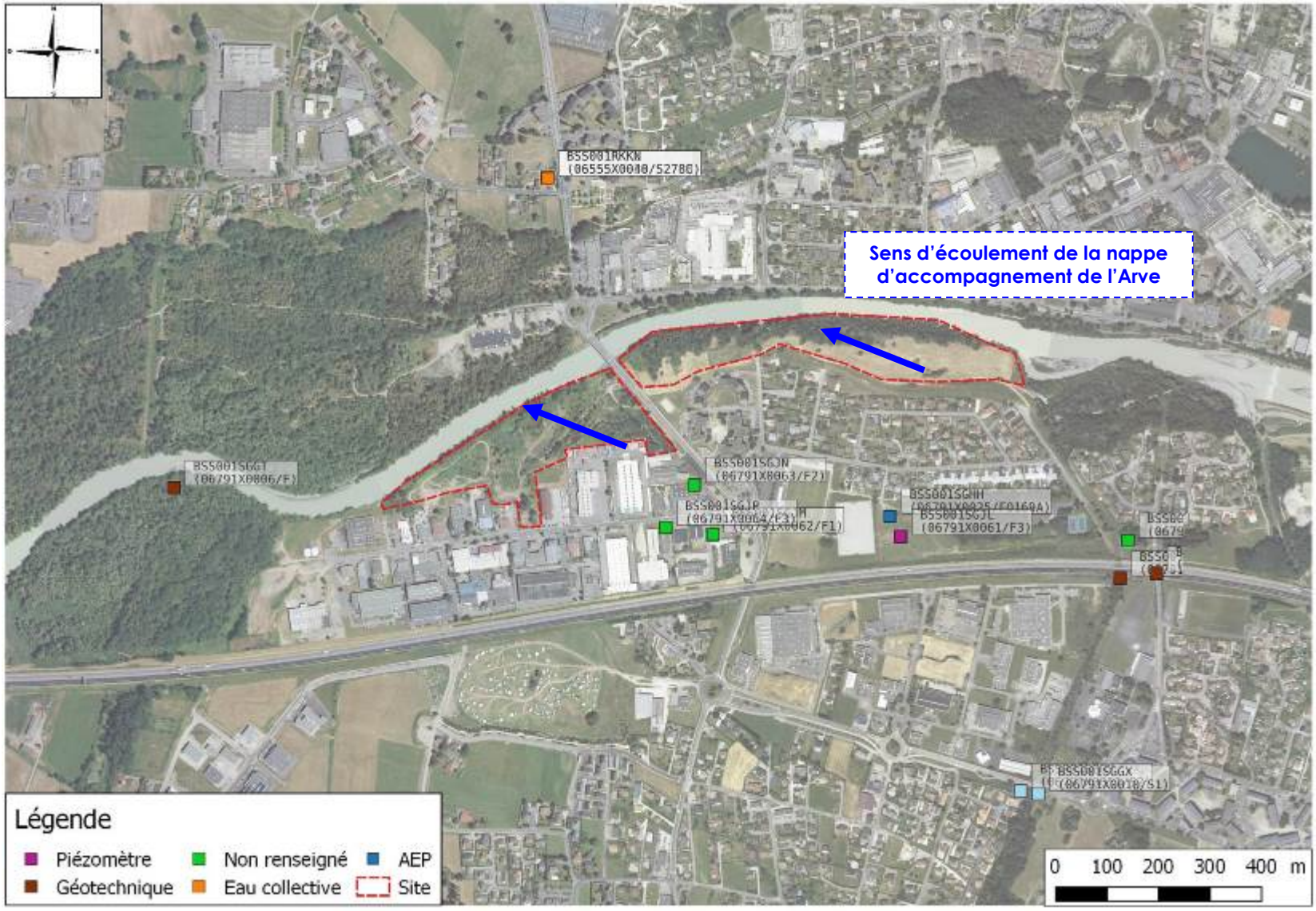


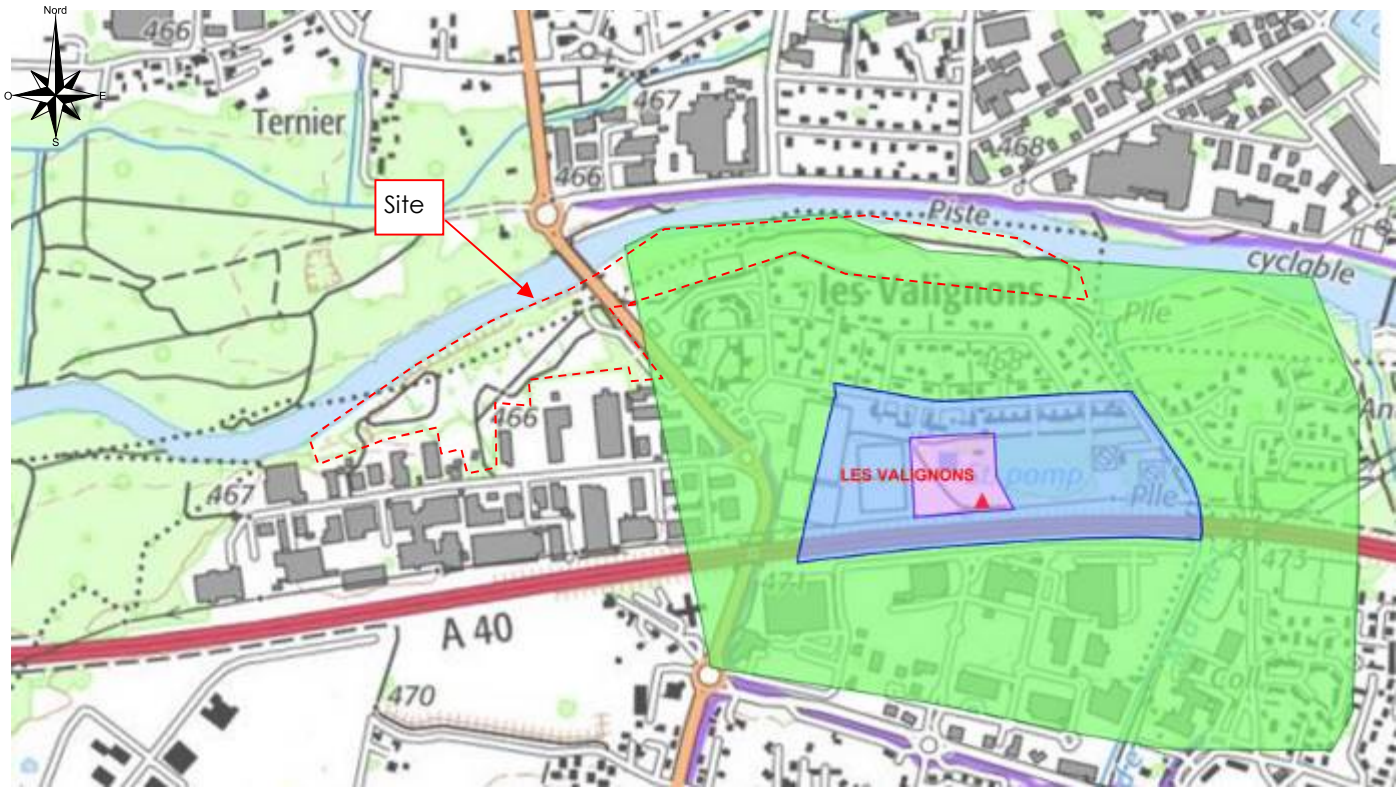
Figure 30 : Localisation des points d'eau recensés dans un rayon de 1 000 m du site (source : Infoterre)

D'après les informations fournies par l'Agence Régionale de Santé de Haute-Savoie (ARS 74) et la base de données ADES (portail national d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines), deux captages d'eau publics utilisés pour la production d'eau potable sont recensés sur la commune de Marnaz :

- captage « La Bonnaz-Marnaz » situé à environ 2 500 m au sud du site ;
- captage « Les Valignons-Marnaz » situé à environ 300 m au sud du site.

Ces deux captages AEP exploitent la nappe captive sous-jacente à la nappe superficielle d'accompagnement de l'Arve. Le secteur amont du site à l'étude se situe dans le périmètre de protection éloigné du captage « Les Valignons-Marnaz ».

Du fait de ces éléments, la nappe captive présente une sensibilité importante.



Périmètres de Protection Immédiate Au vergne-Rhône-Alpes

Périmètre de Protection Rapprochée Au vergne-Rhône-Alpes

Périmètre de Protection Eloignée Auver gne-Rhône-Alpes

DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 31 : Localisation des captages AEP à proximité de la zone d'étude (source : ARS 74)	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	1/9000

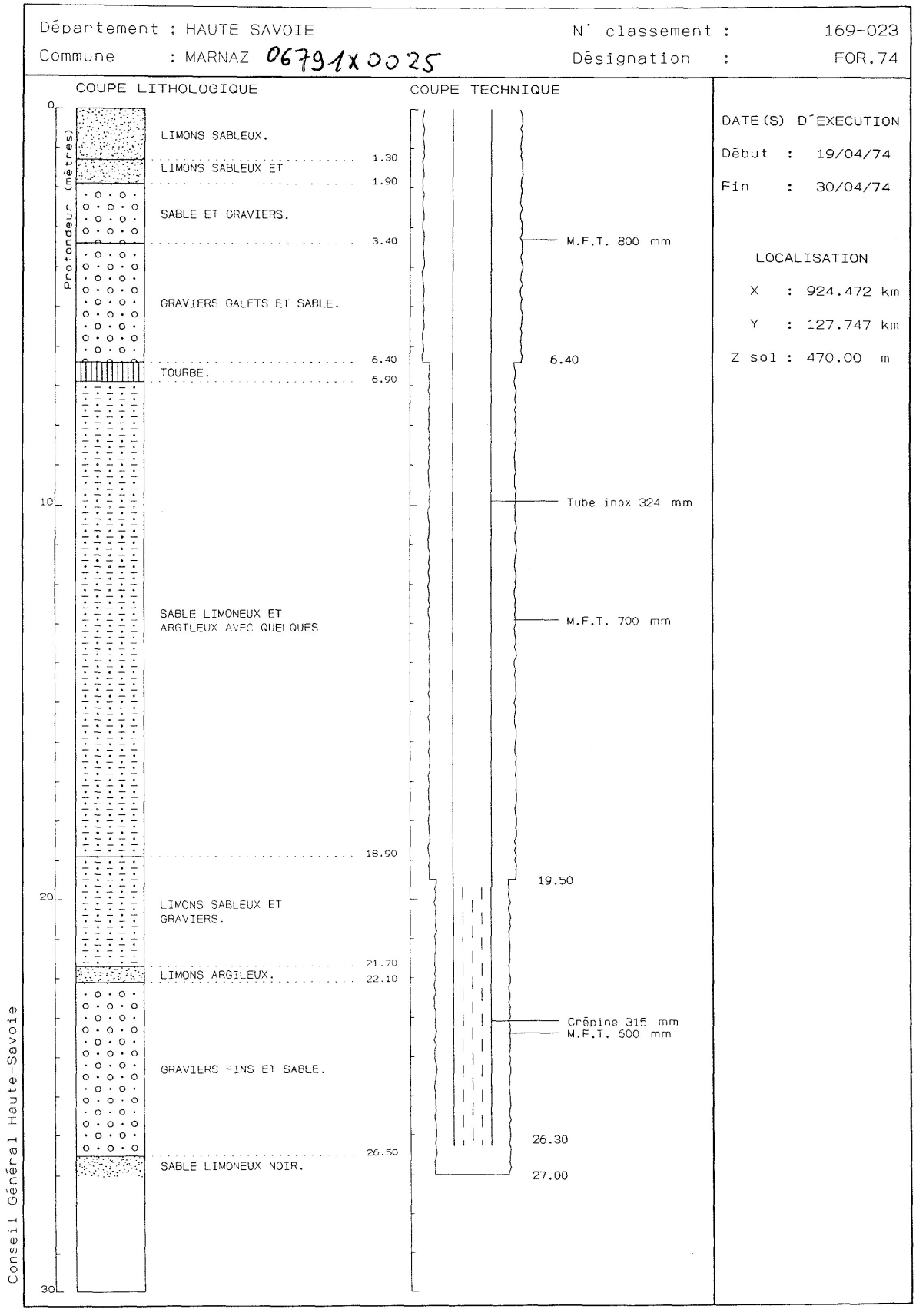


Figure 32 : Coupe lithologique et technique du forage AEP n° BSS001SGHH (source : Infoterre)

6.2.2 VULNERABILITE ET SENSIBILITE DES EAUX SOUTERRAINES

A la vue des éléments cités ci-dessus, la nappe superficielle d'accompagnement de l'Arve constitue une cible **vulnérable** pour toute pollution de surface issue du site du fait de l'absence de couche de protection et de la faible profondeur des eaux souterraines (3 m). Les usages sont **sensibles mais aucun point d'eau n'est recensé en aval du site.**

La nappe captive sous-jacente à la nappe superficielle d'accompagnement de l'Arve peut être qualifiée de **peu vulnérable**. En effet, une couche de sable limoneux et argileux d'environ 12 m sépare la nappe superficielle de la nappe captive. De par ces éléments, on peut dire que son degré de protection naturel est considéré comme relativement fort. La nappe captive apparaît comme **sensible** (captage AEP).

6.3 CONTEXTE HYDROLOGIQUE

Les eaux superficielles présentes dans les environs du site sont principalement représentées par :

- **l'*Arve*** en bordure nord du site et s'écoulant globalement en direction de l'ouest. Le secteur de l'*Arve* au niveau de Marnaz correspond à une ancienne zone de divagation, très large à l'amont du cône de Giffre., avec une pente faible. A partir de 1969, des extractions de matériaux dans le lit majeur et mineur ont été réalisées. Toute la rive gauche jusqu'à l'aval des Valignons a été progressivement remblayée, interdisant définitivement toute divagation. Elle présente un régime nival dont les caractéristiques, typique des rivières de moyenne altitude sont :
    - un étiage qui s'étend sur trois mois avec un débit minimal en janvier ;
    - un accroissement du débit vers le mois d'avril, due à la fonte des neiges. Le débit maximum est atteint de juin à juillet (selon la présence ou non de glaciers sur les hauts bassins) ;
    - une diminution du débit au cours de l'été en l'absence d'influence glaciaire.

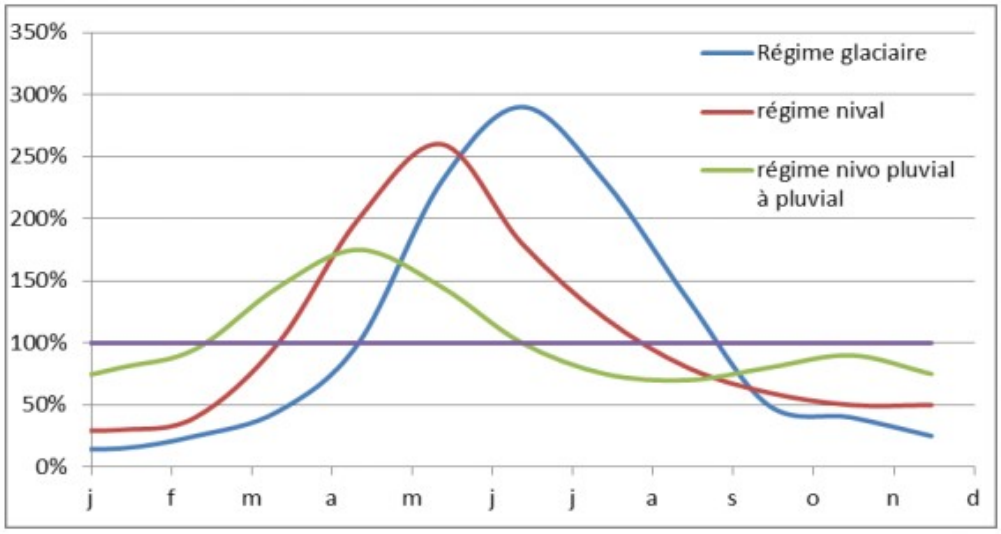
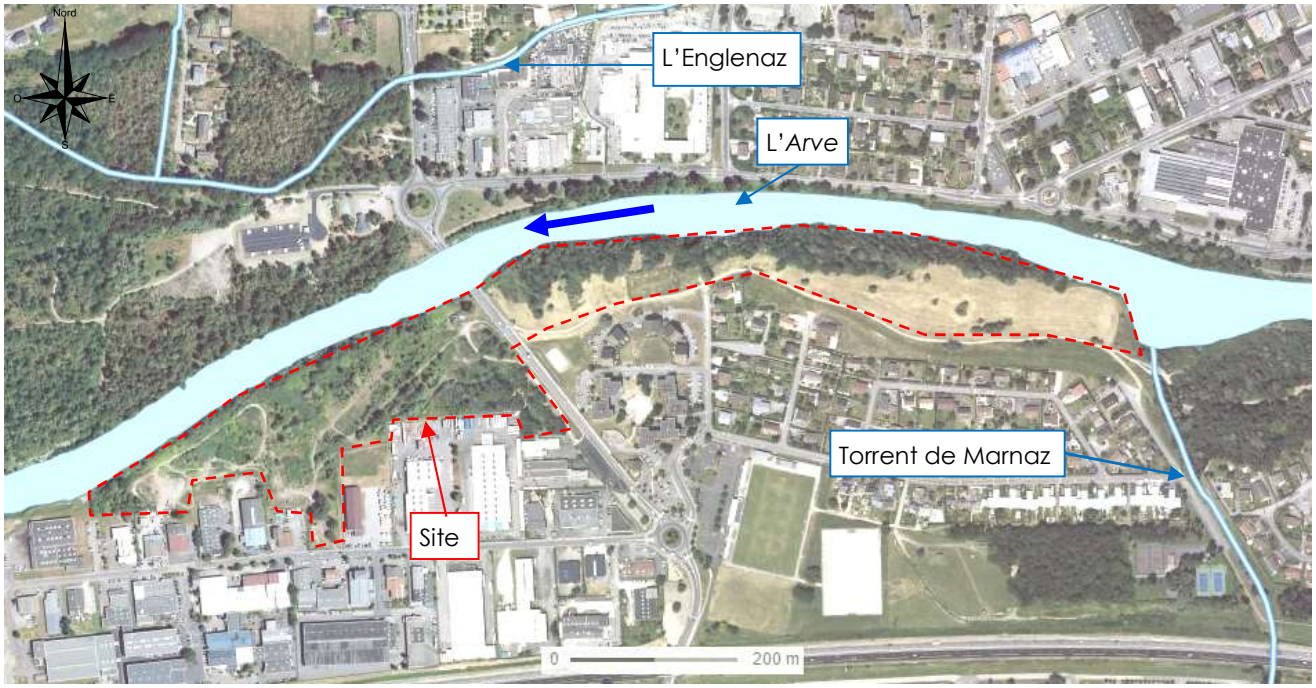


Figure 33 : Caractéristique du régime nival (source : SAGE ARVE)

- **le torrent de Marnaz** en limite est du secteur amont, se jetant dans l'*Arve* au niveau de se secteur. Ce torrent de montagne se chartérise par un fort pouvoir d'érosion. A la confluence de l'*Arve*, le lit est localement aménagé par des enrochements afin de réduire les impacts de son pouvoir d'érosion ;
- **le ruisseau de l'Englenaz** localisé de l'autre côté de l'*Arve*, à environ 200 m au Nord du site. C'est également un affluant de l'*Arve*.



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 34 : Contexte hydrologique du secteur à l'étude	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	1Cf figure

6.3.1 QUALITE DES EAUX SUPERFICIELLES DE L'ARVE

D'après les données recueillies sur la qualité générale du cours d'eau l'*Arve*, au niveau de la station de mesure située à Cluses 1 (station n° 06581100 à environ 4 km en amont du site) et au niveau de la station de mesure située à Marignier 1 (station n° 06062000 à environ 3 km en aval du site), on constate que les eaux présentent un potentiel écologique moyen.

Aucune donnée sur l'état chimique n'est disponible. Néanmoins, le SAGE de l'Arve classe l'*Arve* en état chimique mauvais pour l'année 2015.

Années (1)	Bilan de l'oxygène	Température	Nutriments		Acidification	Polluants spécifiques	Invertébrés benthiques	Diatomées	Macrophytes	Poissons	Hydromorphologie	Pressions hydromorphologiques	ÉTAT ÉCOLOGIQUE	POTENTIEL ÉCOLOGIQUE		ÉTAT CHIMIQUE
			Nutriments N	Nutriments P												
2015	TBE	TBE	BE	BE	BE			MOY				Moy		MOY		
2014	TBE	TBE	BE	BE	BE			MOY				Moy		MOY		
2013	TBE	TBE	BE	BE	BE			MOY				Moy		MOY		

Figure 35 : Etat des eaux de la station de Cluses 1 n° 06581100 (environ 4 km en amont du site)

Années (1)	Bilan de l'oxygène	Température	Nutriments		Acidification	Polluants spécifiques	Invertébrés benthiques	Diatomées	Macrophytes	Poissons	Hydromorphologie	Pressions hydromorphologiques	ÉTAT ÉCOLOGIQUE	POTENTIEL ÉCOLOGIQUE		ÉTAT CHIMIQUE
			Nutriments N	Nutriments P												
2015	TBE	TBE	BE	BE	BE			TBE				Moy		MOY		
2014	TBE	TBE	BE	BE	BE			TBE				Moy		MOY		
2013	TBE	TBE	BE	BE	BE			TBE				Moy		MOY		
2010	TBE	TBE	Ind	TBE	TBE	Ind						Moy		Ind		Ind
2009	TBE	TBE	Ind	TBE	TBE							Moy		Ind		
2008	TBE	TBE	Ind	TBE	TBE							Moy		Ind		

Figure 36 : Etat des eaux de la station de Marignier 1 n° 06581100 (environ 3 km en aval du site)

Légende

État écologique

TBE	Très bon état
BE	Bon état
MOY	État moyen
MED	État médiocre
MAUV	État mauvais
Ind	État indéterminé : absence actuelle de limites de classes pour le paramètre considéré, ou absence actuelle de référence pour le type considéré (biologie), ou données insuffisantes pour déterminer un état (physicochimie). Pour les diatomées, la classe d'état affichée sera "indéterminé" si l'indice est calculé avec une version de la norme différente de celle de 2007 (Norme AFNOR NF T 90-354)
NC	Non Concerné
	Absence de données

État chimique

BE	Bon état
MAUV	Non atteinte du bon état
Ind	Information insuffisante pour attribuer un état
	Absence de données

Figure 37 : Etat des eaux de la station de Cluses 1 n° 06581100 – Légende

6.3.2 USAGE DES EAUX SUPERFICIELLES DE L'ARVE

De nombreux usages sont recensés le long de l'*Arve* :

- sports en eaux vives : la principale activité est le rafting, mais on y trouve aussi le canoë/kayak et le canyoning. Plusieurs parcours sont aménagés : dans le centre de Chamonix, entre Passy et Cluses, et entre Annemasse et la confluence avec le Rhône ;
- la production d'hydroélectricité : plusieurs ouvrages hydroélectriques sont présents le long de l'*Arve* et de ces affluents. Sur le secteur à l'étude, les ouvrages sont essentiellement sur les affluents.

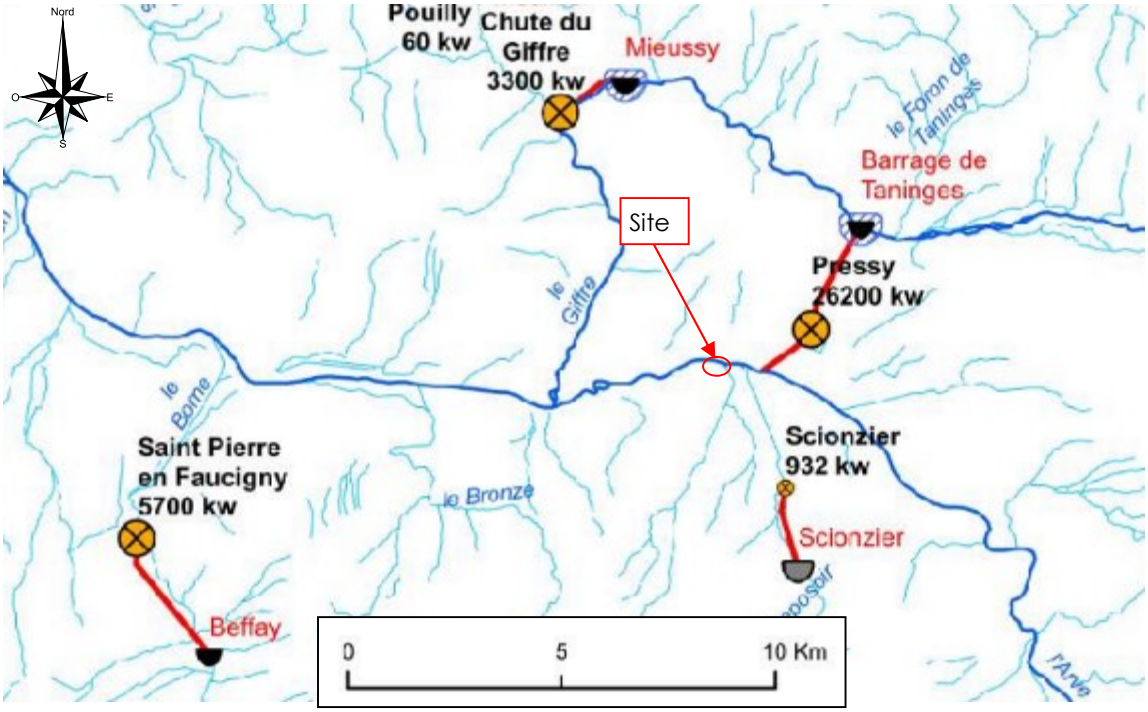


Figure 38 : Ouvrage hydroélectriques du secteur à l'étude (Source : SAGE de l'Arve)

- la pêche : la pêche est une activité traditionnelle du bassin versant de l'Arve, dont les cours d'eau sont classés première catégorie, c'est-à-dire où le peuplement piscicole est constitué de salmonidés.

6.3.3 VULNERABILITE ET SENSIBILITE DES EAUX SOUTERRAINES

Du fait de la proximité de l'*Arve* (bordure nord du site) et de la nature des terrains, celle-ci apparait **vulnérable** à une éventuelle pollution issue du site. Quant à la sensibilité des eaux superficielles, celles-ci sont considérées comme **sensibles** de par l'existence de protections réglementaires et d'usages sensibles tels que la pêche et les sports en eaux vives.

6.3.4 SDAGE ET SAGE

L'article L.212-1 du code de l'environnement indique que le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) « fixe les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau et des objectifs de qualité et de quantité des eaux ».

Le SDAGE détermine des unités hydrographiques : les SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau), au niveau desquels les directives du SDAGE seront mises en application et adaptées concrètement à chaque type de bassin versant.

La commune de Marnaz appartient au SDAGE Rhône-Méditerranée et au SAGE « *Arve* ».

6.4 ESPACES PROTÉGÉS

La zone d'étude se situe au sein de la ZNIEFF de type II « Ensemble fonctionnel de la rivière Arve ». Le site est situé également à proximité immédiat de la ZNIEFF de type I « Rives de l'Arve d'Anterne aux Valignons » et du site NATURA 2000 « Vallée de l'Arve ». **L'environnement proche du site est considéré comme sensible vis-à-vis des zones naturelles.**

ZNIEFF type 1
ZNIEFF type 2
NATURA 2000

DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 39 : Espaces protégés dans le secteur à l'étude (500 m)	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	Cf figure

Tableau 9 : Caractéristiques des espaces protégés dans le secteur à l'étude (500 m)

ESPACES PROTEGES	DENOMINATION	POSITION ET DISTANCE PAR RAPPORT AU SITE
ZNIEFF type II	Ensemble fonctionnel de la rivière Arve	Au droit du secteur aval
ZNIEFF type I	Rives de l'Arve d'Anterne aux Valignons	Proximité immédiate du secteur aval (au niveau de l'*Arve*)
NATURA 2000	Vallée de l'Arve	Proximité immédiate du secteur aval (au niveau de l'*Arve*)

6.5 DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

Les précipitations jouent un rôle prépondérant en ce qui concerne les phénomènes torrentiels. Sur la commune de Marnaz, les précipitations annuelles oscillent entre 900 et 1 200 mm par an.

La température annuelle moyenne est de 9,8° C.

La rose des vents de Cluses montre des vents prédominants dans la direction sud-est (majorité des vents compris entre 5 et 12 km/h).

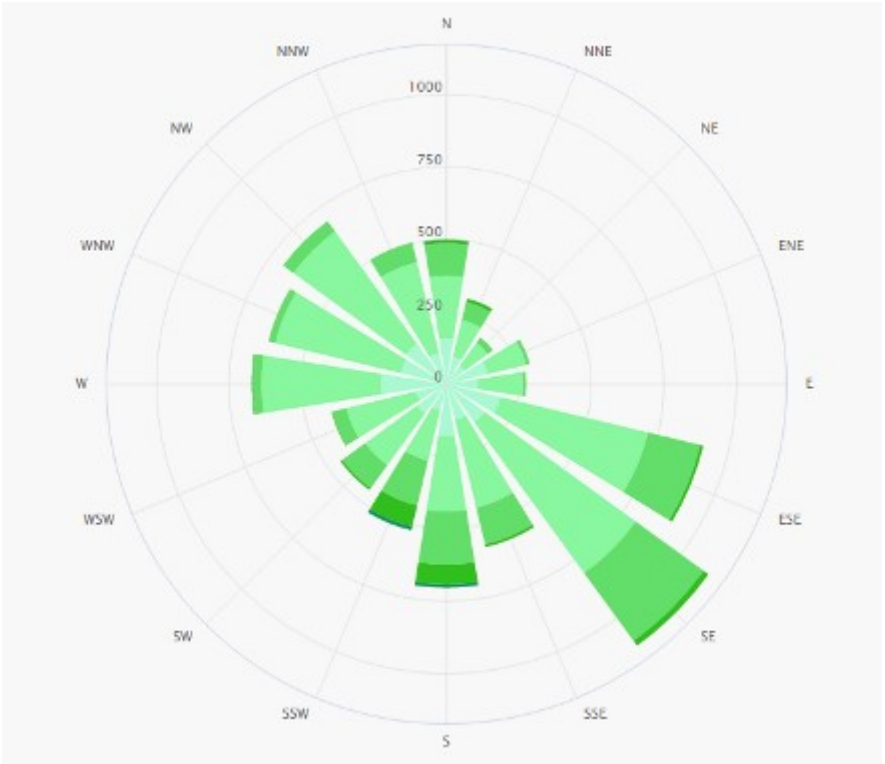
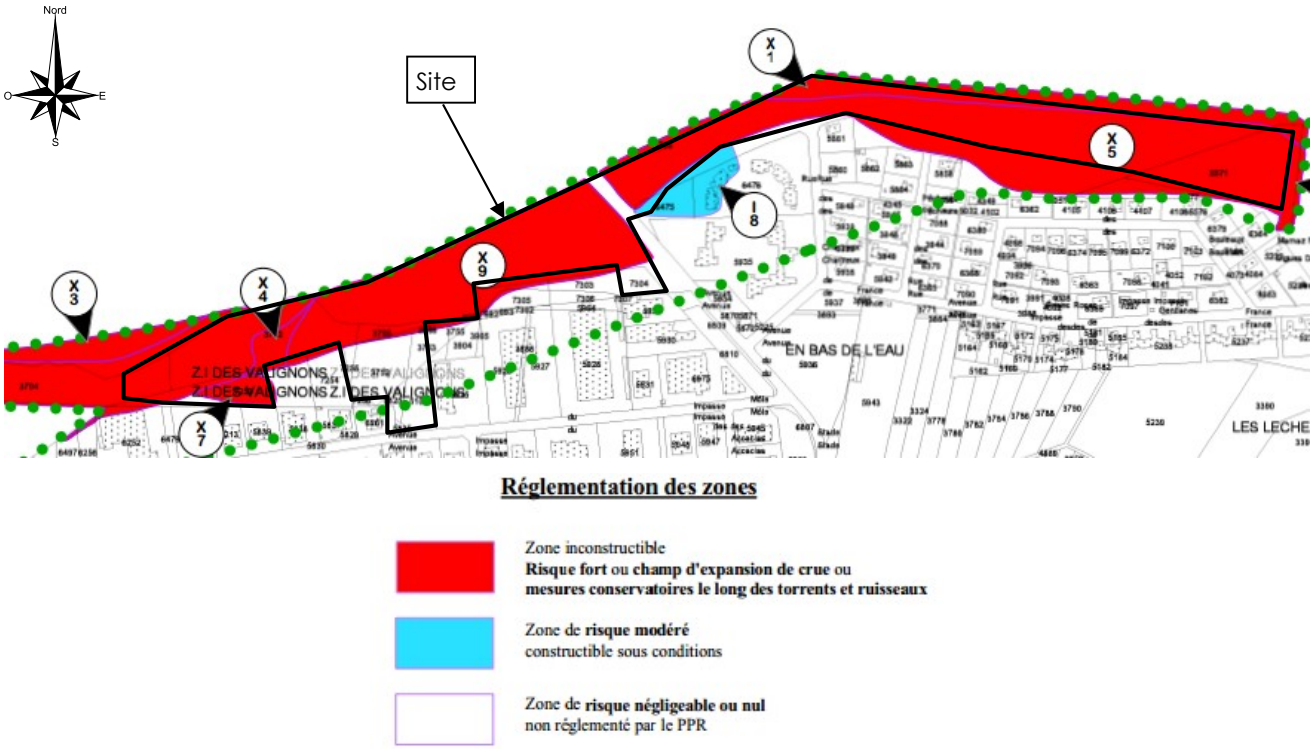


Figure 40 : Roses de vents de la commune de Cluses sur une période de 30 ans (Météo Blue)

6.6 ZONE INONDABLE

D'après le PPRI de Marnaz, le secteur amont et aval se situe en zone de risque fort ou champ d'expansion de crue.



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 41 : PPRI de l'Arve	Référence :	52764094
		Source :	Préfecture
		Échelle :	-

6.7 RISQUES TECHNOLOGIQUES

La commune de Marnaz n'est pas située dans le périmètre d'un Plan de Prévention des Risques technologiques (PPRt).

6.8 SITES BASIAS ET BASOL À PROXIMITÉ DU SITE

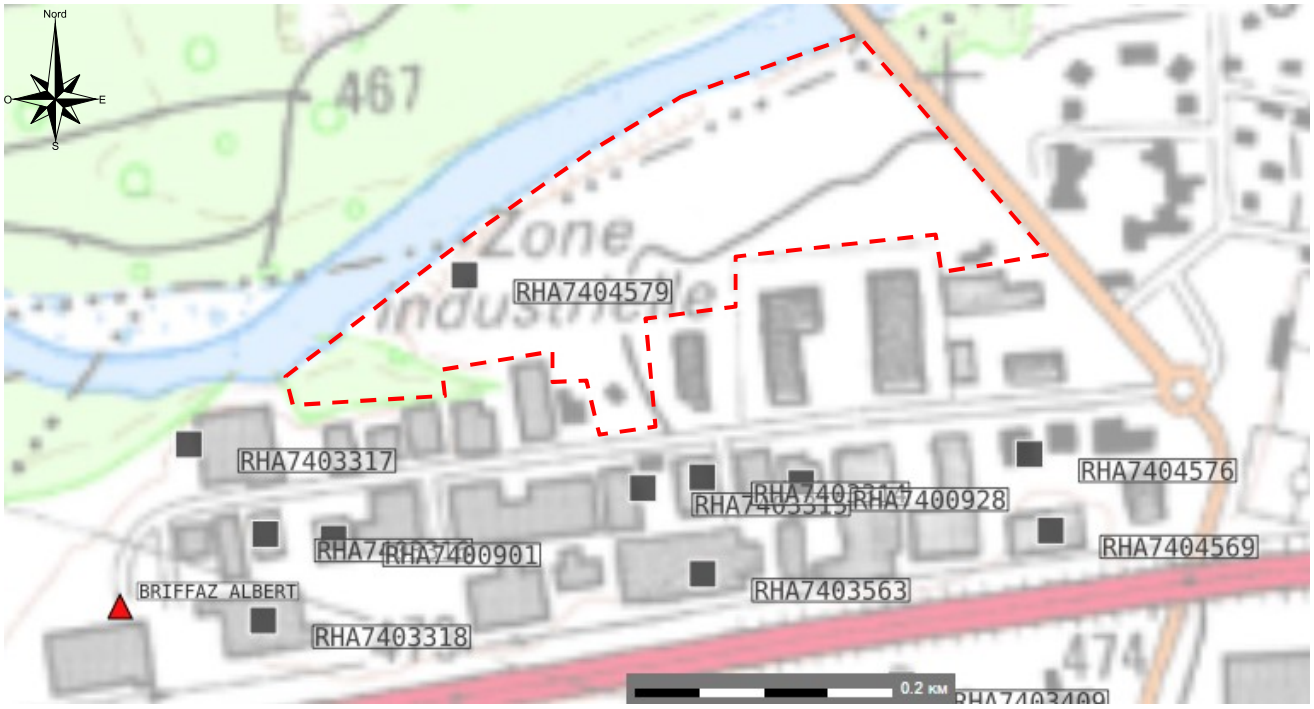
Les sites BASIAS et BASOL localisés en amont et/ou à proximité du site sont susceptibles d'avoir impactés la qualité des eaux souterraines au droit de ce dernier. Le choix des sociétés pouvant impactées le site s'est effectué en cohérence avec la position hydrogéologique (nappe d'accompagnement de l'*Arve*) par rapport au site (en amont) et la proximité géographique.

Concernant les sites BASIAS, 10 sites sont localisés en amont hydrogéologique du secteur aval dans un rayon de 200 m.

Tableau 10 : Sites BASIAS localisé en aval hydrogéologique du secteur à l'étude (rayon de 200 m)

IDENTIFIANT	NOM USUEL	ACTIVITES	LOCALISATION PAR RAPPORT AU SITE (PONT DES CHARTREUX)
RHA7403317	SUPRA France SAS	Décolletage et travail des métaux	580 m au sud-ouest
RHA7403316	SARL RECTIFLEX	Traitement et revêtement des métaux. Usinage	600 m au sud-ouest
RHA7403318	Sté BAMAREC PRECISION COMPONENTS EUROPE	Travail mécanique des métaux et emploi de liquides halogénés et compression d'air	630 m au sud-ouest
RHA7400901	Sté ART	?, anc. Décolletage	650 m au sud-ouest
RHA7403315	SAS ADM Industrie	Atelier de travail mécanique des métaux	400 m au sud-ouest
RHA7403314	Ets GONZALES Frère	Atelier de tôlerie générale	370 m au sud-ouest
RHA7403563	J. C. MERMET	Transports avec desserte de carburant	400 m au sud-ouest
RHA7400928	SA PEPIN	Usinage des métaux, anc. Atelier de décolletage de précision, anc. ?	350 m au sud-ouest
RHA7404576	Ets TECHNICOUTILS	Fabrication et affûtage d'outils	270 m au sud
RHA7404569	SAS DORELEC	Traitement de surface des métaux	290 m au sud

Concernant les sites BASOL, on note la présence d'un seul site localisé en latéral hydrogéologique du secteur aval dans un rayon de 200 m. Il s'agit du site référencé 74.0083 connu sous le nom usuel BRIFFAZ ALBERT. Il a été mis en évidence des hydrocarbures, de COHV et d'arsenic dans les sols et les eaux souterraines. Le site a été dépollué en 2010 et 2012 pour un usage de commerce.



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 42 : Sites BASIAS et BASOL localisé en aval hydrogéologique du secteur aval (rayon de 200 m)	Référence :	52764094
		Source :	Infoterre
		Échelle :	-

7 SOURCES DE POLLUTION POTENTIELLES

L'ensemble de la zone étudiée est considérée comme source potentielle de pollution en raison des déchets et des résidus d'incinération enfouis.

De manière générale, les résidus d'incinération (cendres ou mâchefers) ont une teneur en métaux lourds, dioxines et furanes élevée. Les dioxines et les furanes sont des substances toxiques qui apparaissent en tant que sous-produits de la combustion des déchets. C'est notamment le cas lorsque les déchets sont incinérés à moins de 800 °C ou lorsque les déchets ne sont pas complètement incinérés.

Le site ayant probablement accueilli des déchets industriels, les hydrocarbures, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les solvants chlorés (COHV) peuvent également être présents.

Tableau 11 : Synthèse des zones identifiées à risque

ZONE A RISQUE	NOM USUEL	PRODUITS CHIMIQUES
Z1	Secteur aval	Hydrocarbures C10-C40 (HCT), Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), Métaux lourds, Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV), Polychlorobyphényles (PCB), Dioxines, Furannes, PCB-DL, Sulfates, Chlorures, Fluorures
Z2	Secteur amont	

Le tableau ci-dessous donne une description des polluants susceptibles d'être retrouvés et leurs comportements dans le milieu par zone source.

Tableau 12 : Caractéristiques physico-chimiques des polluants

POLLUANTS	CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES		
	SOL	EAUX SOUTERRAINES	AIR DU SOL
HCT (C10-C40)	Mobilité moyenne	Flottant et soluble sous certaines conditions	Peu volatil
HAP	Mobilité moyenne	Plongeant, peu soluble	Semi-volatil
8 métaux lourds	Mobilité faible	Divers	Non volatil sauf mercure
BTEX	Mobilité forte	Soluble	Volatil
COHV	Mobilité forte	Plongeant, peu soluble	Volatil
PCB	Mobilité faible	Plongeant, peu soluble	Semi-volatil
Dioxines et furanes	Mobilité faible	Faible solubilité	Peu volatil
PCB-DL	Mobilité faible	Faible solubilité	Peu volatil

8 SCHEMA CONCEPTUEL INITIAL

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

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

A ce stade de l'étude, nous ne disposons d'aucune information sur d'éventuelle source de pollution, l'ensemble des cas potentiel sera donc pris en considération.

8.1 USAGE

Dans le cadre de l'élaboration du schéma conceptuel, nous retiendrons l'hypothèse du site dans son état actuel, à savoir :

- une zone en friche pour le secteur aval ;
- une zone enherbée et boisée pour le secteur amont, avec la présence d'un chemin pédestre et d'un terrain de football.

8.2 CIBLES ET ENJEUX POTENTIELS A PROTEGER

Au regard du scénario d'usage considéré, les cibles et enjeux à protéger sont les futurs usagers ou employés du site industriel.

Dans le cas des usages recensés, les cibles potentielles sont :

- sur site : usagers du site (promeneurs et sportifs) ;
- hors site : les usagers de l'*Arve* (pêcheurs), les résidents (enfants et adultes) et les employés adultes des sites industriels.

8.3 RAPPEL DES SOURCES POTENTIELLES IDENTIFIÉES

Au sein de la zone d'étude, le premier milieu susceptible d'être impacté est le milieu sol.

La synthèse des sources potentielles de pollution est présentée ci-après.

Tableau 13 : Synthèse des zones identifiées à risque

ZONE A RISQUE	NOM USUEL	PRODUITS CHIMIQUES
Z1	Secteur aval	HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB, métaux, Dioxines, Furannes, PCB-DL, Sulfates, Chlorures, Fluorures
Z2	Secteur amont	

Les polluants susceptibles d'avoir été générés par les équipements sont principalement :

- les polluants organiques (HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB, Dioxines, Furanes et PCB-DL) ;
- les éléments traces métalliques (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) ;
- les composés minéraux (sulfates, fluorures et chlorures).

La mobilité et la volatilité des HCT (Hydrocarbures totaux) sont inversement proportionnelles au nombre d'atomes de carbone au sein des chaines. Les polluants attendus dans le cas présent sont majoritairement lourds et peu volatils (fioul, huiles).

Les HAP sont des composés relativement stables et peu mobiles dans les sols. Parmi les 16 HAP dont la recherche est préconisée par l'US EPA, seul le naphtalène peut être considéré comme semi-volatil.

Les BTEX et COHV sont volatils et mobiles.

Les PCB, dioxines, furanes et PCB-DI ont une mobilité faible et sont peu volatils.

Les éléments traces métalliques sont relativement stables dans les sols bien qu'une fraction puisse être mobilisée par lixiviation par les eaux d'infiltration. Par ailleurs, le mercure peut, sous certaines conditions, se trouver sous une forme volatile.

8.4 MILIEUX POTENTIELLEMENT IMPACTES

Les milieux potentiellement impactés sont :

- sur site : les sols, les gaz du sol et les eaux souterraines ;
- hors site : les sols, les gaz du sol, l'air ambiant, les eaux souterraines, les sédiments et les eaux superficielles de l'*Arve* et les denrées alimentaires (potager).

8.5 IDENTIFICATION DES VOIES D'EXPOSITION ET DE TRANSFERT POTENTIELS

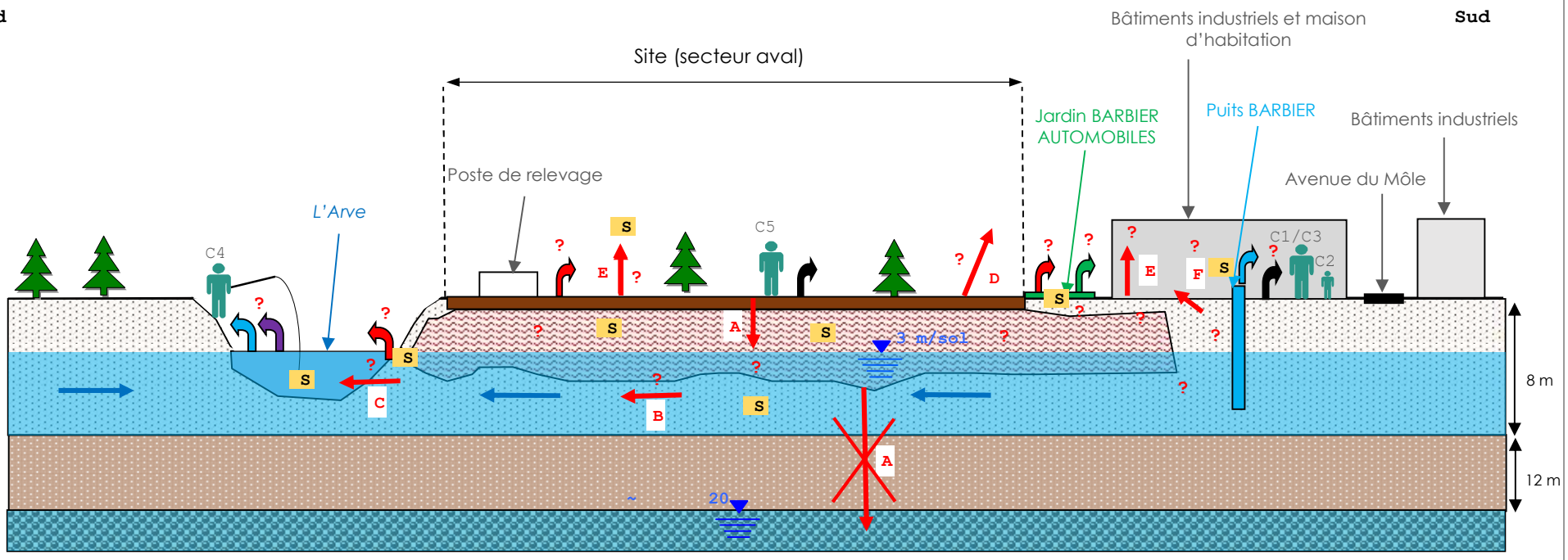
Le détail des voies d'exposition et de transfert potentiels, sur site et hors site, leurs états dans le schéma conceptuel et les justifications sont données ci-dessous.

Tableau 14 : Voies de transfert et nature des expositions sur site (secteur aval et amont)

SOURCES DE POLLUTION POTENTIELLES	MILIEU D'EXPOSITION	NATURE DE L'EXPOSITION	PRISE EN COMPTE	CIBLES
Impact potentiels sur les milieux sols, gaz du sol et eaux souterraines : **HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB, PCB-DL, dioxines, furanes, métaux, chlorures, sulfates, fluorures**	Sol	Ingestion directe de sol et/ou de poussières	**Oui** (absence de revêtement)	Usagers du site (promeneurs et sportifs)
		Adsorption cutanée de sols et/ou de poussières		
		Inhalation de polluants adsorbés sur les sols		
	Eaux souterraines	Ingestion directe d'eau contact cutané	Non (Pas d'usage de la nappe au droit du site)	
		Inhalation de vapeurs d'eau	**Oui** (dégazage potentiel de la nappe)	
	Air ambiant	Inhalation de vapeurs liées au dégazage de la nappe et des sols	**Oui** (polluants volatils potentiels)	
	Eaux superficielles	Ingestion directe d'eau contact cutané	Non (Pas d'usage des eaux souterraines au droit du site)	
		Inhalation de vapeurs d'eau		
	Eau potable	Absorption d'eau contaminée Ingestion d'eaux contaminées (perméation des canalisations traversant les sources)	Non (absence de canalisations)	
	Cultures destinées à la consommation humaine	Ingestion de végétaux cultivés sur site et arrosage de jardins potagers	Non (absence de culture)	

Tableau 15 : Voies de transfert et nature des expositions hors site (secteur aval et amont)

SOURCES DE POLLUTION POTENTIELLES	MILIEU D'EXPOSITION	NATURE DE L'EXPOSITION	PRISE EN COMPTE	CIBLES
Impact potentiels sur les milieux sols, gaz du sol, air ambiant, eaux souterraines, eaux superficielles et sédiments de l'*Arve* et denrées alimentaires (potager) : **HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB, PCB-DL, dioxines, furanes, métaux, chlorures, sulfates, fluorures**	Sol	Ingestion directe de sol et/ou de poussières	**Oui** (absence de revêtement sur certaines parcelles)	Résidents (enfants et adultes) et employés adultes des sites industriels
		Adsorption cutanée de sols et/ou de poussières		
		Inhalation de polluants adsorbés sur les sols		
	Eaux souterraines	Ingestion directe d'eau contact cutané	**Oui** (Usage de la nappe recensé)	
		Inhalation de vapeurs d'eau	**Oui** (Dégazage potentiel de la nappe)	
	Air ambiant	Inhalation de vapeurs liées au dégazage de la nappe et des sols	**Oui** (polluants volatils potentiels et présence de maisons individuelles et industries)	
	Eau potable	Absorption d'eau contaminée Ingestion d'eaux contaminées (perméation des canalisations traversant les sources)	**Oui** (présence de canalisations)	
	Cultures destinées à la consommation humaine	Ingestion de végétaux cultivés et arrosage de jardins potagers Ingestion de poisson de l'*Arve*	**Oui** (présence de potagers)	
	Eaux superficielles	Ingestion directe d'eau et contact cutané	**Oui** (usage récréatif et halieutique de l'*Arve*)	Usagers de l'*Arve* (usage récréatif et halieutique)
		Inhalation de vapeurs d'eau		
	Sédiments	Ingestion directe d'eau et contact cutané		
	Denrées alimentaires	Ingestion de poisson de l'*Arve*		



Remblais limoneux
Alluvions récentes
Sables limono-argileux
Moraines
Massif de déchets
Sens d'écoulement des eaux souterraines

Voies de transfert potentielles :

A : Transfert par migration

B : Transfert via les eaux souterraines

C : Transfert vers les eaux superficielles via les eaux souterraines

D : Transfert par envol de poussières

E : Volatisation de polluants

F : Transfert par perméation

Voies d'exposition potentielles :

Ingestion de sol, inhalation de poussières et contact cutané

Ingestion d'eau et contact cutané

Inhalation de polluant gazeux

Ingestion de poisson contaminé

Ingestion de légumes

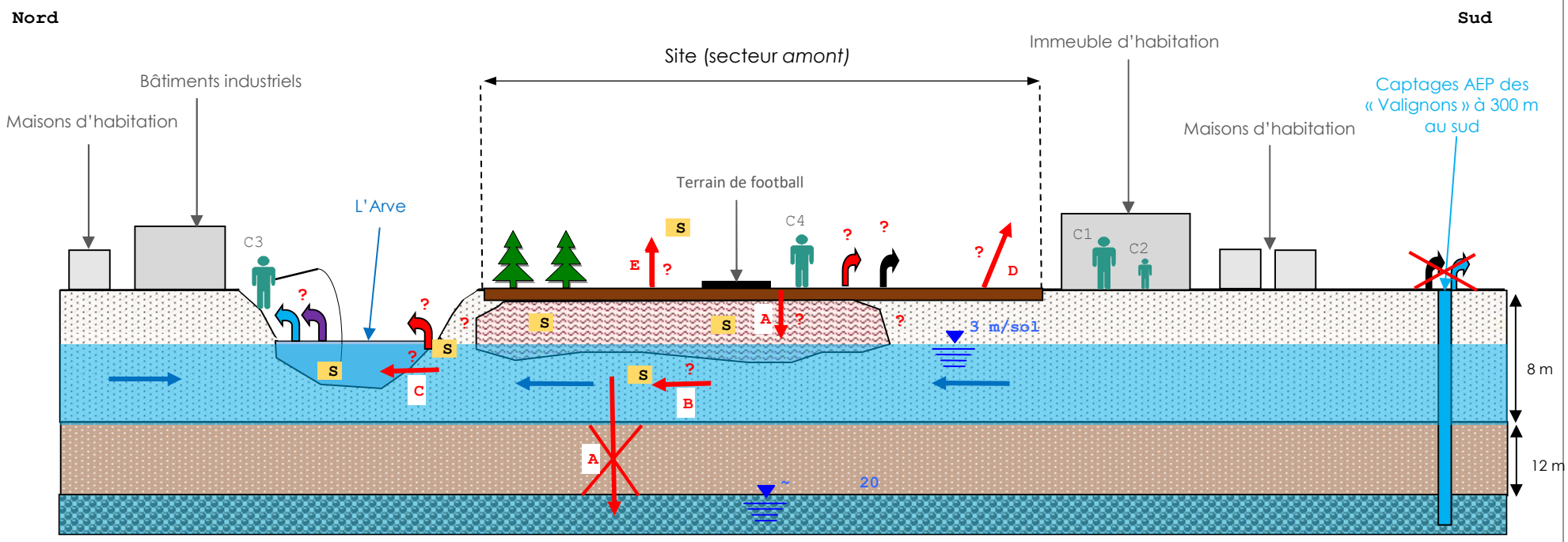
Cibles :
C1 : Résidents – adultes
C2 : Résidents – enfants
C3 : Travailleurs adultes
C4 : Pêcheurs – adultes et enfants
C5 : Usagers du site - adultes et enfants

Sources de pollution potentielles :
S Sol, gaz du sol, eaux souterraines, eaux superficielles et sédiments de l'Arve, air ambiant et denrées alimentaires

Ancienne décharge des Valignons – SIVOM de Cluses

Figure 43 : Schéma conceptuel V0 – Secteur aval

Référence :	52764094
Source :	DEKRA
Échelle :	-



Remblais limoneux
Alluvions récentes
Sables limono-argileux
Moraines
Massif de déchets
Sens d'écoulement des eaux souterraines

Voies de transfert potentielles :

A : Transfert par migration

B : Transfert via les eaux souterraines

C : Transfert vers les eaux superficielles via les eaux souterraines

D : Transfert par envol de poussières

E : Volatisation de polluants

Voies d'exposition potentielles :

Ingestion de sol, inhalation de poussières et contact cutané

Ingestion d'eau contact cutané

Inhalation de polluant gazeux

Ingestion de poisson contaminé ou contact cutané

Cibles :
C1 : Résidents – adultes
C2 : Résidents – enfants
C3 : Pêcheurs – adultes et enfants
C4 : Usagers du site - adultes et enfants

Sources de pollution potentielles :
S Sol, gaz du sol, eaux souterraines, eaux superficielles et sédiments de l'Arve, air ambiant et denrées alimentaires

DEKRA

Ancienne décharge des Valignons – SIVOM de Cluses

Figure 44 : Schéma conceptuel V0 – Secteur amont

Référence :	52764094
Source :	DEKRA
Échelle :	-

9 MISSION A200 – INVESTIGATIONS SUR LES SOLS REALISEES EN FEVRIER 2014

9.1 OBJECTIFS

Les investigations mises en œuvre sur le milieu sol ont pour but :

- **de caractériser le milieu sol ;**
- **de définir les caractéristiques et l'emprise des déchets.**

9.2 DÉMARCHES PRÉALABLES À L'INTERVENTION

Avant d'effectuer l'intervention, une déclaration d'intention de commencement de travaux (DICT) a été adressée à chaque exploitant de canalisations 11 jours (9+2) avant le début des travaux. Ainsi, des plans nous ont été transmis afin de connaître l'emplacement de certains réseaux et canalisations.

DEKRA INDUSTRIAL a mis en œuvre un ensemble de mesure de sécurité afin d'éviter tout incident ou accident pouvant porter atteinte aux travailleurs, au voisinage et aux bâtiments. Ces mesures sont les suivantes :

- ouverture de l'ensemble des regards et repérage de l'orientation des différents réseaux enterrés (eaux pluviales / eaux usées) ;
- repérage des réseaux électrique enterrés actifs par usage d'un détecteur de réseaux LEICA DIGICAT 200 ;
- signature conjointe avec le SM3A, d'un plan de prévention incluant un plan de positionnement des sondages.

L'ensemble du personnel intervenant était expérimenté et formé à l'utilisation du matériel amené sur site. Il était équipé d'Equipements de Protection Individuels (EPI).

9.3 NATURE DES INVESTIGATIONS

Les sondages ont été réalisés au moyen d'un tractopelle mis à disposition par la mairie de Marnaz, les 25, 26, 27 et 28 février 2014. Les travaux ont été supervisés en intégralité par un ingénieur de DEKRA INDUSTRIAL SAS, spécialisé dans le domaine des sites et sols pollués.

Cette technique une excellente vision des matériaux traversés, indispensable dans le cadre d'une ancienne décharge.

9.4 STRATEGIE D'INVESTIGATION

Suite à l'étude historique et documentaire, il a été défini le programme d'investigations suivant :

- **secteur amont** : secteur où les déchets semblent avoir été apportés en moindre quantités, un maillage régulier large de 70 x 70 m (4 900 m²) a été effectué. Au total, 16 fouilles ont été réalisées ;
- **secteur aval** : un maillage fin de 30 x 30 m (900 m²) a été effectué aux alentours des anciens fours d'incinérations ainsi que de la zone où les déchets semblent avoir été enfouis en grande quantité. Un maillage moyen de 40 x 40 m (1 600 m²) a été effectué sur le reste du secteur aval. Au total, 33 fouilles ont été réalisées.

9.5 LOCALISATION DES INVESTIGATIONS

Les coordonnées géographiques des sondages de sol sont fournies dans le tableau ci-dessous. Les sondages ont été relevés par un géomètre expert (CHAUQUET) le 13/03/2014.

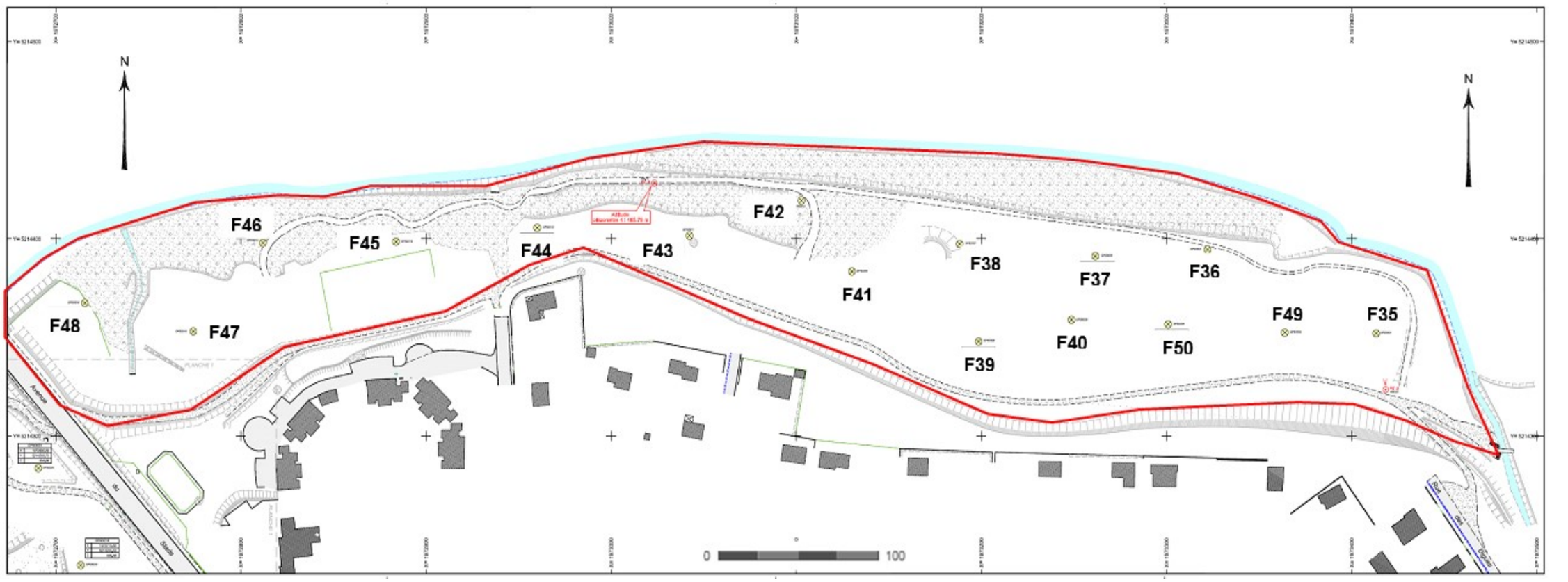
Tableau 16 : Coordonnées géographiques des fouilles sur le secteur amont

	COORDONNEES LAMBERT 93		
	X (m)	Y (m)	Z (m)
F35	1 973 418	5 214 323	466,55
F36	1 973 322	5 214 394	465,72
F37	1 973 261	5 214 391	466,34
F38	1 973 188	5 214 397	465,93
F39	1 973 418	5 214 323	466,55
F40	1 973 248	5 214 358	467,02
F41	1 973 130	5 214 383	467,84
F42	1 973 102	5 214 419	465,13
F43	1 973 042	5 214 401	467,38
F44	1 972 960	5 214 405	467,37
F45	1 972 883	5 214 398	467,56
F46	1 972 811	5 214 397	465,27
F47	1 972 774	5 214 353	465,76
F48	1 972 715	5 214 367	464,48
F49	1 973 413	5 214 352	465,58
F50	1 973 300	5 214 356	466,10

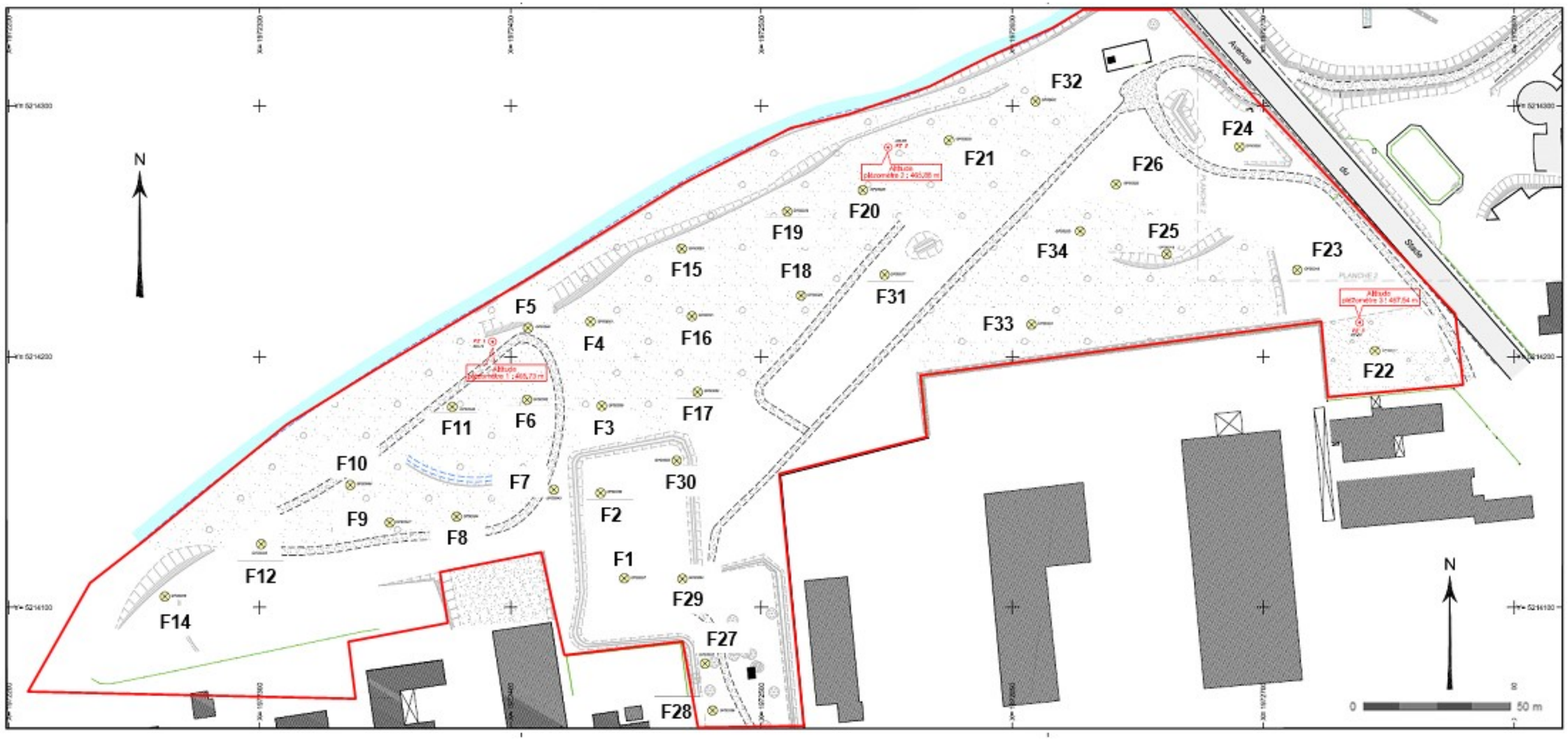
Tableau 17 : Coordonnées géographiques des fouilles sur le secteur aval

	COORDONNEES LAMBERT 93 CC46 ZONE 5		
	X (m)	Y (m)	Z (m)
F1	1 972 445	5 214 111	466,29
F2	1 972 435	5 214 145	465,46
F3	1 972 436	5 214 180	465,74
F4	1 972 431	5 214 213	465,13
F5	1 972 406	5 214 211	465,37
F6	1 972 406	5 214 182	465,48
F7	1 972 417	5 214 146	465,87
F8	1 972 378	5 214 136	466,02
F9	1 972 351	5 214 133	466,20
F10	1 972 336	5 214 148	466,03
F11	1 972 376	5 214 179	466,49
F12	1 972 300	5 214 125	467,83
F14	1 972 262	5 214 104	467,91
F15	1 972 468	5 214 242	465,26
F16	1 972 472	5 214 216	466,09
F17	1 972 474	5 214 185	466,17
F18	1 972 515	5 214 224	465,66
F19	1 972 510	5 214 257	465,41
F20	1 972 540	5 214 266	465,56
F21	1 972 574	5 214 286	465,31
F22	1 972 744	5 214 202	467,07
F23	1 972 713	5 214 234	466,68
F24	1 972 690	5 214 283	464,96
F25	1 972 661	5 214 240	465,16
F26	1 972 641	5 214 268	465,26
F27	1 972 477	5 214 077	465,77
F28	1 972 480	5 214 058	465,82
F29	1 972 468	5 214 111	466,23
F30	1 972 466	5 214 158	465,87
F31	1 972 549	5 214 232	466,16
F32	1 972 609	5 214 301	464,98
F33	1 972 607	5 214 212	466,58
F34	1 972 627	5 214 249	465,29

La localisation des sondages est présentée ci-dessous.



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 45 : Localisation des fouilles sur le secteur amont	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	Cf. figure



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 46 : Localisation des fouilles sur le secteur aval	Référence :	52764094
		Source :	IGN (Géoportail)
		Échelle :	Cf. figure

9.6 OBSERVATIONS LORS DE LA RÉALISATION DES SONDAGES

9.6.1 NATURE DES TERRAINS

Les coupes descriptives des sondages sont fournies en **annexe 3**.

Pour le secteur aval, il a été mis en évidence :

- la présence de remblais sablo-graveleux gris avec galets, sur une épaisseur allant jusqu'à 1,5 m de profondeur ;
- la présence de nombreux déchets ménagers (plastiques, ferrailles, bouteilles verres, tissus, papiers, composants électriques …) et de déchets inertes (béton, brique, acier …) dans des remblais de types sablo-graveleux jusqu'a une profondeur de 3 m. Il a également été observé de nombreux passages noirâtres laissant penser à des résidus de combustion.

Une arrivée d'eau a été observée dans toutes les fouilles entre 2,5 et 3 m de profondeur (niveau statique de la nappe). Les déchets sont présents au-delà ce niveau statique.

Pour le secteur amont, il a été mis en évidence :

- la présence de remblais ou de terrain naturel sablo-graveleux gris avec galets sur une épaisseur allant jusqu'à 3 m de profondeur ;
- pour quelques fouilles, la présence de déchets (tuiles, briques, parpaings, béton armé, câbles électriques, plastiques, ferrailles …) jusqu'à une profondeur de 2,5 m. Des argiles noires ont été observées en fond de fouille.

Des venues d'eau ont été mises en évidences vers 2,5 m de profondeur sur la quasi-totalité des fouilles.

Les photographies suivantes illustrent les matériaux et déchets rencontrés lors des investigations au tractopelle.

Fouille F4 (secteur aval)

Terres excavées fouille F1 (secteur aval)

Terres excavées fouille F17 (secteur aval)

Fouille F18 (secteur aval)

Figure 47 : Photographies des matériaux et déchets rencontrés lors des investigations (1/2)

Terres excavées fouille F19 (secteur aval)

Terres excavées fouille F6 (secteur aval)

Fouille F41 (secteur amont)

Terres excavées fouille F45 (secteur amont)

Figure 48 : Photographies des matériaux et déchets rencontrés lors des investigations (2/2)

9.6.2 CONSTATS ORGANOLEPTIQUES DE TERRAIN

Des mesures au PID (PhotonIonization detector) ont été effectuées sur l'ensemble des fouilles afin de détecter la présence éventuelle de composés organiques volatils. L'analyseur de type PID permet une analyse rapide mais non discriminante d'une grande variété de composés chimiques (H_2S, CO, 0_2, NH_3, CL^2, COV, gaz combustibles comme le CH_4 …). L'analyse repose sur l'utilisation d'une lampe délivrant des ultraviolets, permettant d'ioniser le contaminant concerné.

Sur chaque horizon de sol prélevé au sein d'une fouille, un échantillon de sol a été placé dans un sac plastique à usage unique. Après avoir secoué ce dernier pour libérer les composés volatils, une mesure PID a été effectuée à l'intérieur du sac. L'échantillon de sol ayant servi à l'analyse PID n'a pas été envoyé en laboratoire pour analyse).

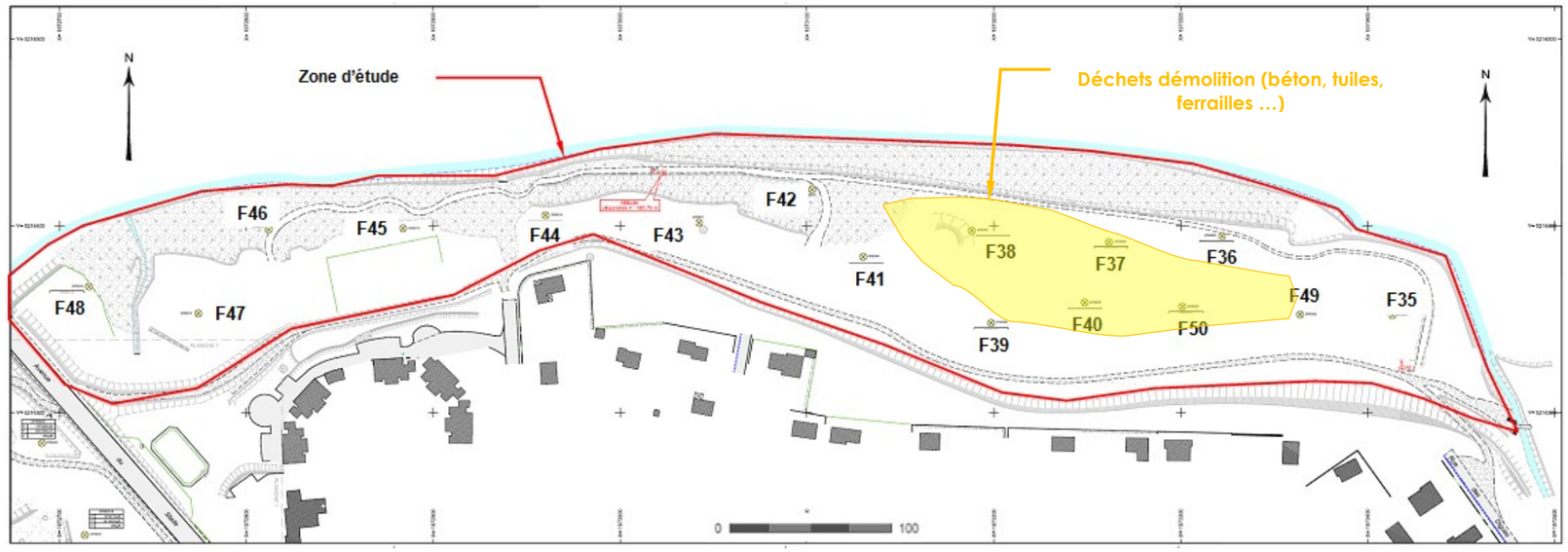
Les mesures effectuées sur le secteur amont se sont toutes révélées nulles. Les résultats obtenus sur le secteur aval sont présentés au sein du tableau suivant.

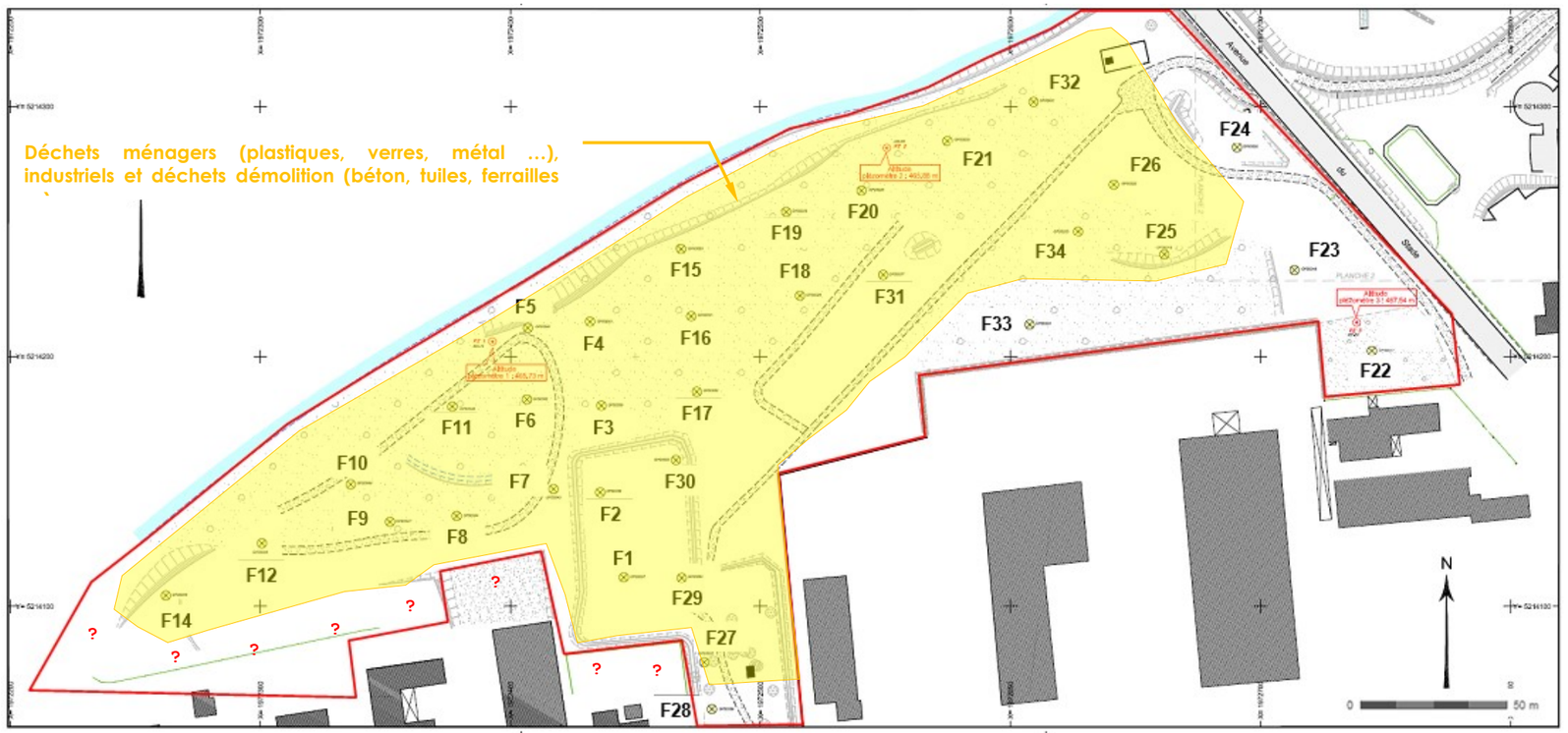
Tableau 18 : Résultats des COV mesurées avec le PID sur le secteur aval

FOUILLE	COV (PPM)	FOUILLE	COV (PPM)	FOUILLE	COV (PPM)	FOUILLE	COV (PPM)
F1(1,5-2,8)	45	**F9(1,5-2,5)**	12	**F18(1-2)**	40	**F26(1-2,5)**	15
F2(1-2,9)	36	**F10(0,5-2,1)**	15	**F19(1,4-2,5)**	26	**F27(0-1,5)**	0
F3(0-1,5)	28	**F11(1,1-2,3)**	42	**F20(1,2-2,2)**	6	**F28(0-1)**	0
F4(1-2,8)	48	**F12(0-1,5)**	14	**F21(1,5-2,7)**	20	**F29(1,5-2,8)**	4
F5(1,3-2,5)	4	**F14(1,5-2,8)**	18	**F22(1-2)**	0	**F30(1,1-2,5)**	22
F6(1,5-3)	66	**F15(0,5-1,8)**	0	**F23(1-2)**	0	**F31(1,6-2,8)**	24
F7(0-1,5)	0	**F16(1,4-2,7)**	11	**F24(1-2)**	0	**F32(2-3)**	15
F8(1,5-3)	30	**F17(1,3-2,5)**	34	**F25(1,5-2,5)**	24	**F33(1-2)**	21

9.7 EMPRISE DU MASSF DE DÉCHETS

A l'issue des observations de terrains effectuées lors des fouilles, une emprise de la zone d'enfouissement des déchets a pu être réalisée. Cette dernière est localisée au sein de la figure suivante.





DEKRA	Ancienne déchetterie des Valignons à Marnaz (74)		
	Figure 49 : Emprise approximative des déchets enfouis sur le secteur amont et aval	Affaire :	52764094
		Source :	DEKRA
		Echelle	Cf. figure

9.8 STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS

L'examen des couches de terrain traversées lors de la réalisation des investigations de reconnaissance des sols a permis d'orienter la stratégie de l'échantillonnage. Ainsi, au droit de chaque sondage effectué, après avoir noté la nature (structure et texture) et les caractéristiques organoleptiques (odeur, couleur,...) des matériaux traversés, les échantillons de sols ont systématiquement été prélevés selon la méthodologie décrite ci-après :

- si présence de constat organoleptique suspect : prélèvement d'un échantillon de sol représentatif de la ou des couches de matériaux suspects ;
- si absence de constat organoleptique suspect, prélèvement d'un échantillon de sol représentatif de l'ensemble de la couche traversée.

Les prélèvements d'échantillons de sols ont été effectués en s'inspirant de la norme NF ISO 10381-5. Le mode opératoire de prélèvements de ces échantillons de sols est décrit dans le tableau suivant.

Tableau 19 : Mode opératoire de prélèvements des échantillons de sols

Phasage	Nature de l'opération
1.	Investigations par mètre linéaire au carottier portatif ou à la pelle mécanique
2.	Description organoleptique des terrains traversés (odeur, couleur, textures …)
3.	Prélèvement manuel des échantillons de sol selon la stratégie décrite ci-avant
4.	Conditionnement de chaque échantillon dans des flacons en verre de qualité de laboratoire
5.	Etiquetage et entreposage des flacons en glacière
6.	Comblement du sondage par les matériaux traversés

Les analyses en PCDDF/F ont été effectuées uniquement sur le secteur aval car les investigations de terrain sur le secteur amont n'ont pas mis en évidence la présence de déchets ménagers ni de résidus de brûlage. Les points de prélèvements sur le secteur aval ont été effectués à proximité de la zone des anciens incinérateurs (F10, F5 et F2) définie lors de la phase historique et documentaire et sur l'ensemble du site (F18 et F21). Les prélèvements ont ciblés principalement les résidus de brûlage noirâtres observés lors des fouilles à la pelle mécanique. Pour des raisons économiques, seulement 5 analyses ont été réalisées.

9.9 CONDITIONNEMENT ET CONSERVATION DES ÉCHANTILLONS

Les échantillons ont été conditionnés dans des bocaux en verre de qualité laboratoire et maintenus en glacière réfrigérée jusqu'à leur arrivée au laboratoire par transporteur. Les échantillons ont été expédiés le jour même.

9.10 PROGRAMME ANALYTIQUE RÉALISÉ SUR LE MILIEU SOL

Les analyses ont été réalisées au laboratoire AGROLAB accrédité COFRAC.

Tableau 20 : Programme analytique réalisé sur le secteur aval

N° de sondage	Secteur visé	Horizons prélevés (m)	Programme analytique
F1	Secteur aval	F1(1,5-2,8)	HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
F2		F2(0-1) et F2(1-2,9)	Pack ISDI + dioxines + furanes + HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
F3		F3(0-1,5) et F3(1,5-3)	Pack ISDI + HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
F4		F4(1-2,8)	HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
F5		F5(1,3-2,5)	HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux + dioxines + furanes
F6		F6(1,5-3)	HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
F7		F7(0-1,5)	
F8		F8(1,5-3)	Pack ISDI
F9		F9(0-1,2) et F9(1,5-2,5)	HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
F10		F10(0,5-2,1)	HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux + dioxines + furanes
F11		F11(1,1-2,3)	HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
F12		F12(0-1,5)	
F14		F14(1,5-2,8)	Pack ISDI
F15		F15(0,5-1,8)	
F16		F16(1,4-2,7)	HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
F17		F17(1,3-2,5)	
F18		F18(1-2)	HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux + dioxines + furanes
F19		F19(1,4-2,5)	HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
F20		F20(1,2-2,2)	Pack ISDI
F21		F21(1,5-2,7)	HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux + dioxines + furanes
F22		/	/
F23			
F24			
F25		F25(1,5-2,5)	HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
F26		F26(1-2,5)	Pack ISDI
F27		F27(0-1,5)	HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
F28		F28(0-1)	
F29		F29(1,5-2,8)	
F30		F30(1,1-2,5)	
F31		F31(1,6-2,8)	
F32		F32(2-3)	
F33		/	/
F34		F34(1,3-2,6)	Pack ISDI

Tableau 21 : Programme analytique réalisé sur le secteur amont

N° de sondage	Secteur visé	Horizons prélevés (m)	Programme analytique
F35	Secteur Amont	/	/
F36			
F37		F37(0,5-2)	HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
F38		F38(0-1)	
F39		/	/
F40		F40(1-2,5)	HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
F41		/	/
F42		F42(0-1,5)	HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
F43		F43(0,5-1,7)	
F44		/	/
F45		F45(0-1,5)	HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux
F46		/	/
F47			
F48			
F49		F49(0-1,5)	Pack ISDI
F50		F50(1,2-2,6)	

Les normes suivies sont rappelées dans le tableau suivant.

Tableau 22 : Présentation des limites et des normes des paramètres recherchés

Analyses	Normes analytiques	Limite de quantification
Hydrocarbures totaux non volatils (HCT C10-C40)	Méthode interne	20 mg/kg de MS
8 Métaux lourds (Arsenic, Cadmium, Chrome, Cuivre, Mercure, Nickel, Plomb et Zinc)	NF EN ISO 11 885 (NF EN ISO 17852 pour le mercure)	De 0,05 à 1 mg/kg de MS
COHV (Composés Organiques Halogénés Volatils) 15 composés	ISO 22155	De 0,05 à 1 mg/kg de MS
HAP (Hydrocarbures Aliphatiques Polycyclique) 16 composés	Méthode interne	0,05 mg/kg de MS
BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylène)	ISO 22155	0,05 mg/kg de MS
Dioxines et furanes (17 congénères)	Méthode interne	1 ng/kg de MS

Tableau 23 : Présentation des limites et des normes des packs ISDI

Analyses	Normes analytiques	Limite de quantification
Pack ISDI (Installation de Stockage de Déchets Inertes selon l'arrêté du 12/12/14)	Partie brut : Matières sèches, pH eau, COT, BTEX, PCB (7 réglementaires), HCT-GC, HAP (16 composés) Partie lixiviation : Matières sèches, Lixiviation 1x24 heures (pH + Conductivité inclus), analyse sur éluat (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Hg, Fluorures, Indice phénol, COT, Fraction soluble) Conforme NEN-ISO 17852,Conforme a NEN-EN-ISO 14402,Conforme à NEN 6966,Conforme à NEN-EN 12457-2, conforme CMA 2/II/A.19,Conforme à NEN-EN 13137,Conforme à NEN-EN 1484,Conforme à NEN-EN 15216.,Conforme à NEN-EN-IS0 10304-1,Conforme à NEN-ISO 10390,Equivalent à NEN-ISO 11465,Méthode interne (acétone-hexane extraction, le nettoyage, l'analyse par GC-FID),Méthode interne, Headspace GCMS,Méthode interne, extraction acétone-hexane, analyse par GC-MS,Méthode interne, extraction acétone/hexane, analyse GCMS,équivalent à NEN-EN-ISO 16703	

9.11 CHOIX DES VALEURS DE RÉFÉRENCE

L'objectif de la réglementation du 8 février 2007 visant la gestion des sites et sols pollués est de s'assurer que les concentrations mesurées dans les sols sur un site donné sont compatibles avec les usages envisagés.

En l'absence de valeurs réglementaires de référence pour le milieu sol, les valeurs de comparaison utilisées dans cette étude ont été les suivantes :

- pour les métaux lourds sur brut, par ordre de priorité :
  1. aux valeurs du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS) de la base de données INDIQUASOL[1] gérée par le Groupement d'Intérêt Scientifique sol (GISSOL) ;
  2. aux valeurs couramment rencontrées dans les sols en France ainsi que les concentrations qui peuvent relever d'anomalies naturelles (programme INRA - ASPITET[2]) ;
- pour les hydrocarbures totaux (HCT), BTEX, PCB et COHV, les seuils de détection du laboratoire. Ces composés ne sont en effet pas susceptibles d'être présents naturellement dans l'environnement ;
- pour les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), les valeurs de bruits de fond pour les sols urbains relevés par l'ATSRD[3] ou les seuils de quantification du laboratoire en cas d'absence de valeur ;

[1] http://www.gissol.fr

[2] Base de donnée relative à la qualité des sols – BRGM – V0 – 2007

[3] Toxicalogical profile for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs), Chap. 5: Potentiel for Human Exposure, 1995. Bruit de fond en HAP mesurés dans différents types de sols aux Etats-Unis.

- pour les dioxines et les furanes :
    - pour les sommes des 17 congénères, aux valeurs de bruit de fond anthropique (90ème percentile) concernant les dioxines et furanes déterminées par le BRGM (réf : BRGM/RP-56132-FR[4]) et présentées ci-dessous :

	Médiane	90% des valeurs sont inférieures à	Nombre d'analyses
Somme des 17 congénères ng/kg MS	123	684	342
Equivalent toxique (TEQ) ng TEQ-OMS-97/kg MS (nd=0)	2,2	20,5	342

Teneurs en dioxines/furannes de 342 sols, toutes installations et environnements confondus, analyses de « qualité optimale » : paramètres statistiques élémentaires

    - pour les valeurs d'équivalent toxique, par ordre de priorité :
        1. aux valeurs de bruit de fond anthropique (90ème percentile) concernant les dioxines et furanes déterminées par le BRGM (réf : BRGM/RP-56132-FR5) et présentées ci-dessous :

Equivalent toxique ng TEQ-OMS-97/kg MS (nd=0)	Médiane	90% des valeurs sont inférieures à	Nombre d'analyses
Zones rurales (toutes anciennetés) et urbaines (principalement <10 ans)	1,3	3,2	138
Zones urbaines/ industrielles (principalement >10 ans)	4,7	20,8	58
Cas particuliers (28-31 ans / TEQ > 30)	63,2	82,7	14

Teneurs en dioxines/furannes de 210 sols, analyses de « qualité optimale », selon les trois tendances isolées par l'approche statistique multivariée : paramètres statistiques élémentaires.

Les valeurs non détectées « ND » (inférieures aux limites de quantification : « LQ ») sont prises égales à zéro dans le cadre de l'étude du BRGM.

        2. à la valeur de référence établie par la réglementation allemande TA-luft 2002 (40 ng I-TEQ/kg de matière sèche), valeur au-dessus de laquelle les sols sont considérés comme inapte à l'agriculture.

Remarque : Aucun échantillon témoin n'a été réalisé car la zone à l'étude présente un fond géochimique fortement anthropisé (remblais).

Afin de définir les filières de gestion possibles dans le cadre des travaux de terrassement à réaliser pour la création du sous-sol, des tests ISDI ont été réalisés. Les résultats de ceux-ci sont comparés à l'annexe II de l'arrêté du 12/12/14 définissant les valeurs seuils à ne pas dépasser pour l'acceptation en ISDI (Installation de Stockage de Déchets Inertes) dont les valeurs seuils sont détaillées dans les tableaux ci-après.

[4] « Dioxines/furannes dans les sols Français : second état des lieux, analyses 1998-2007 », BRGM mars 2008

[5] « Dioxines/furannes dans les sols Français : second état des lieux, analyses 1998-2007 », BRGM mars 2008

Tableau 24 : AM 12/12/14 - Seuil réglementaire sur éluât

PARAMETRES	MG/KG DE DECHET SEC
As	0,5
Ba	20
Cd	0,04
Cr total	0,5
Cu	2
Hg	0,01
Mo	0,5
Ni	0,4
Pb	0,5
Sb	0,06
Se	0,1
Zn	4
Chlorure (****)	800
Fluorure	10
Sulfate (****)	1 000 (**)
Indice phénols	1
COT (carbone organique total) sur éluat (***)	500
FS (fraction soluble) (****)	4 000

(*) Les valeurs limites à respecter peuvent être adaptées par arrêté préfectoral dans les conditions spécifiées à l'article 10.
(**) Si le déchet ne respecte pas cette valeur pour le sulfate, il peut être encore jugé conforme aux critères d'admission si la lixiviation ne dépasse pas les valeurs suivantes : 1 500 mg/l à un ratio L/S=0,1 l/kg et 6 000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S=10 l/kg. Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CEN/TS 14405 pour déterminer la valeur lorsque L/S=0,1 l/kg dans les conditions d'équilibre initial ; la valeur correspondant à L/S=10 l/kg peut être déterminée par un essai de lixiviation NF EN 12457-2 ou par un essai de percolation NF CEN/TS 14405 dans des conditions approchant l'équilibre local.
(***) Si le déchet ne satisfait pas à la valeur limite indiquée pour le carbone organique total sur éluat à sa propre valeur de pH, il peut aussi faire l'objet d'un essai de lixiviation NF EN 12457-2 avec un pH compris entre 7,5 et 8,0. Le déchet peut être jugé conforme aux critères d'admission pour le carbone organique total sur éluat si le résultat de cette détermination ne dépasse pas 500 mg/kg de matière sèche.
(****) Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure et au sulfate, soit celle associée à la fraction soluble.

Tableau 25 : AM 12/12/14 - Seuil réglementaire sur brut

PARAMETRES	MG/KG DE DECHET SEC
COT (Carbone organique total)	30000**
BTEX (Benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes)	6
PCB (Polychlorobiphényles 7 congénères)	1
Hydrocarbures (C10 à C40)	500
HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques)	50

** Une valeur limite plus élevée peut être admise, à condition que la valeur limite de 500 mg/kg soit respectée pour le COT sur éluat, soit au pH du sol, soit pour un pH situé entre 7,5 et 8,0

9.12 RÉSULTATS DES ANALYSES

Les tableaux suivants présentent les concentrations mesurées dans les sols en comparaison aux valeurs précitées. Les bordereaux des analyses de sol sont disponibles en **annexe 4**.

Tableau 26 : Résultats analytiques des tests inertes sur les sols

				Secteur Aval								Secteur Amont		Seuil d'acceptation en ISDI *
				F2 (0-1)	F3 (1.5-3)	F8 (1,5-3)	F14 (1.5-2.8)	F15 (0.5-1.8)	F20 (1.2-2.2)	F26 (1-2.5)	F34(1.3-2.6)	F49(0-1.5)	F50(1.2-2.6)	
Paramètres	Unités	LQ	Incertitude											
Matière sèche	% P.B.	0,01	10%	85,6	71,8	82,5	76,6	81,6	82,5	80,3	80,8	85,5	85,6	-
COT	mg/kg MS	1000	16%	19000	**120000**	26 000	29000	28000	4500	11000	30000	20000	19000	**30 000 ** **
COT sur éluat	mg/kg MS	10	-	48	80	61	53	51	29	52	51	25	36	**500 **** **
HYDROCARBURES TOTAUX (HCT)														
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg MS	20	21%	**4110**	**17800**	**5250**	112	**1320**	316	**4620**	**7360**	94	183	**500**
COMPOSES MONO-AROMATIQUES VOLATILS (BTEX)														
BTEX total	mg/kg MS	0,1	-	0,21<x<0,36	2,36	0,165<x<0,265	nd	nd	0,482<x<0,582	0,16	1	nd	nd	**6**
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)														
Somme des 16 HAP	mg/kg MS	0,5	-	6,4	19	0,94	0,08	8	nd	4,3	4,2	1,8	1,7	**50**
PCB														
SOMME PCB (7)	mg/kg MS	0,001	-	**1,5**	**3,5**	0,57	nd	**1,1**	0,035	0,5	0,92	0,019	0,052	**1**
Elements Traces Métalliques (ETM) APRES LIXIVIATION														
Antimoine sur éluat	mg/kg MS	0,05	-	<0,050	**0,11**	<0,050	**0,12**	<0,050	<0,050	<0,050	0,055	<0,050	<0,050	**0,06**
Arsenic sur éluat	mg/kg MS	0,05	-	0,074	0,077	<0,050	<0,050	<0,050	0,056	0,076	0,058	<0,050	<0,050	**0,5**
Baryum sur éluat	mg/kg MS	0,1	-	0,21	2,0	0,20	0,25	0,30	0,38	0,30	0,68	0,24	0,25	**20**
Cadmium sur éluat	mg/kg MS	0,001	-	<0,0010	0,0051	0,0012	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,0015	<0,0010	<0,0010	**0,04**
Chrome sur éluat	mg/kg MS	0,02	-	<0,020	<0,020	<0,020	0,046	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	**0,5**
Cuivre sur éluat	mg/kg MS	0,02	-	0,26	0,090	0,052	0,078	0,43	0,047	0,037	<0,020	0,036	0,076	**2**
Mercure sur éluat	mg/kg MS	0,0003	-	<0,00030	<0,00030	<0,00030	<0,00030	<0,00030	<0,00030	<0,00030	<0,00030	<0,00030	<0,00030	**0,01**
Plomb sur éluat	mg/kg MS	0,05	-	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	**0,5**
Molybdène sur éluat	mg/kg MS	0,1	-	0,32	**0,98**	**1,7**	0,28	0,22	0,12	0,32	**3,1**	0,054	0,087	**0,5**
Nickel sur éluat	mg/kg MS	0,05	-	<0,050	0,29	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,054	0,062	<0,050	<0,050	**0,4**
Selenium sur éluat	mg/kg MS	0,05	-	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	**0,1**
Zinc sur éluat	mg/kg MS	0,01	-	0,065	0,42	0,065	0,042	0,15	0,046	0,036	0,076	0,023	0,025	**4**
ANALYSES SUR ELUATS														
Fraction soluble*****	mg/kg MS	1000	-	<1000	1 300	1 100	2000	<1000	<1000	<1000	1600	1100	2900	**4000**
Chlorures sur éluat *****	mg/kg MS	1	-	43,0	49	17	20	20	22	23	14	1,6	14	**800**
Fluorures sur éluat	mg/kg MS	1	-	3,0	2,8	2,7	5,7	5,8	<1	1,7	1,7	3,9	**13**	**10**
Sulfates sur éluat*****	mg/kg MS	10	-	110	280	190	530	160	240	100	750	590	**1700**	**1 000 *** **
Indice phénol (Eluat)	mg/kg MS	0,1	-	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**1**

LQ : Limite de Quantification
- : Pas de valeur de comparaison
nd : Non détecté

x Valeur supérieure au seuil d'acceptation en ISDI (AM 28/10/10)

Tableau 27 : Résultats analytiques sur les sols des composés organiques (1/2)

				Secteur Aval														
Paramètres	**Unités**	**LQ**	**Incertitude**	**F1 (1.5-2.8)**	**F2 (1-2.9)**	**F6 (1.5-3)**	**F7 (0-1.5)**	**F9 (0-1.2)**	**F9 (1.5-2.5)**	**F12 (0-1.5)**	**F10 (0.5-2.1)**	**F11 (1.1-2.3)**	**F5 (1.3-2.5)**	**F3 (0-1.5)**	**F4 (1-2.8)**	**F16 (1.4-2.7)**	**F17 (1.3-2.5)**	**F18 (1-2)**	**Valeur de comparaison**
Matière séche	%	0,1	10%	78,9	83,4	77,9	87,8	77,0	84,9	72,8	75,1	83,5	82,7	87,4	72,9	74,6	68,6	78,6	
HYDROCARBURES TOTAUX (HCT)																			
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg M.S.	20	21%	**3550**	**2600**	**7960**	**811**	**370**	**1390**	**2690**	**1130**	**2050**	**2680**	**864**	**1630**	**81500**	**5100**	**2600**	**20**
Fraction C10-C12	mg/kg M.S.	4	21%	51	38	210	24	<4	26	120	<4	59	77	7	73	560	69	56	**4**
Fraction C12-C16	mg/kg M.S.	4	21%	84	67	280	26	<4	39	110	<4	79	120	11	47	5050	130	79	**4**
Fraction C16-C20	mg/kg M.S.	2	21%	460	240	1040	80	23	210	320	61	260	340	65	160	13800	670	430	**2**
Fraction C20-C24	mg/kg M.S.	2	21%	870	520	1890	230	65	370	630	190	470	590	150	320	19200	1410	600	**2**
Fraction C24-C28	mg/kg M.S.	2	21%	1000	700	2280	250	92	350	760	390	560	770	190	490	20500	1520	650	**2**
Fraction C28-C32	mg/kg M.S.	2	21%	670	540	1390	130	84	220	450	310	360	440	180	330	13500	890	470	**2**
Fraction C32-C36	mg/kg M.S.	2	21%	300	360	630	56	61	130	220	150	190	230	150	160	6310	320	230	**2**
Fraction C36-C40	mg/kg M.S.	2	21%	110	160	240	25	35	46	87	43	80	98	96	60	2450	80	88	**2**
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)																			
Acénaphtylène	mg/kg M.S.	0,05	31%	<0,050	<0,050	<0,50	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,50	<0,50	<0,50	<0,050	**0,05**
Acénaphtène	mg/kg M.S.	0,05	11%	<0,050	<0,050	<0,50	<0,050	<0,050	**0,11**	**0,070**	**0,069**	<0,050	<0,050	**0,081**	<0,50	<0,50	<0,50	**0,14**	**0,05**
Fluorène	mg/kg M.S.	0,05	46%	<0,050	**0,14**	<0,50	<0,050	<0,050	**0,10**	<0,050	<0,050	<0,050	**0,077**	**0,072**	<0,50	**0,35**	<0,50	**0,079**	**0,05**
Pyrène	mg/kg M.S.	0,05	19%	0,11	0,32	0,67	0,16	<0,050	0,13	0,12	0,080	0,080	0,093	0,22	<0,50	1,3	<0,50	0,11	**0,15-147**
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	0,05	12%	0,075	0,25	<0,50	0,21	0,070	0,085	0,082	<0,050	0,081	0,092	0,15	<0,50	1,6	<0,50	<0,050	**15-62**
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	0,05	15%	<0,050	<0,050	<0,50	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,50	<0,50	<0,50	<0,050	**0,05**
Anthracène	mg/kg M.S.	0,05	19%	<0,050	**0,12**	<0,50	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,50	<0,50	<0,50	<0,050	**0,05**
Benzo(a)anthracène	mg/kg M.S.	0,05	12%	0,079	0,24	<0,50	0,13	<0,050	0,14	0,13	0,083	0,13	0,17	0,11	0,95	1,5	1,0	0,11	**0,17-5,9**
Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	0,05	20%	<0,050	0,22	<0,50	0,19	<0,050	0,060	<0,050	<0,050	<0,050	0,063	0,14	<0,50	**1,9**	<0,50	<0,050	**0,16-0,22**
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg M.S.	0,05	17%	<0,050	0,17	<0,50	0,14	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,098	<0,50	0,87	<0,50	<0,050	**0,9-4,7**
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	0,05	11%	<0,050	0,068	<0,50	0,090	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,062	<0,50	0,80	<0,50	<0,050	**0,3-26**
Chrysène	mg/kg M.S.	0,05	14%	0,076	0,40	<0,50	0,13	<0,050	0,13	0,19	0,076	0,11	0,17	0,10	<0,50	**2,0**	<0,50	0,093	**0,25-0,64**
Fluoranthène	mg/kg M.S.	0,05	14%	0,15	0,31	0,74	0,23	0,082	0,22	0,15	<0,050	0,13	0,18	0,40	0,97	1,6	0,79	0,13	**0,2-166**
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg M.S.	0,05	14%	<0,050	**0,12**	<0,50	**0,18**	<0,050	**0,061**	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	**0,11**	<0,50	**1,3**	<0,50	<0,050	**0,05**
Naphtalène	mg/kg M.S.	0,05	27%	**0,18**	**0,65**	<0,50	<0,050	<0,050	**0,082**	<0,050	<0,050	<0,050	**0,17**	<0,050	<0,50	<0,50	<0,50	0,20	**0,05**
Phénanthrène	mg/kg M.S.	0,05	17%	**0,10**	**0,67**	**0,87**	**0,11**	<0,050	**0,40**	**0,22**	**0,095**	**0,12**	**0,35**	**0,26**	**1,9**	**1,3**	1,4	**0,27**	**0,05**
HAP (EPA) - somme	mg/kg M.S.	0,8	-	**0,77**	**3,7**	**2,3**	**1,6**	**0,15**	**1,5**	**0,96**	**0,40**	**0,65**	**1,4**	**1,8**	**3,8**	**15**	**3,2**	**1,1**	**-**
COMPOSES MONO-AROMATIQUES VOLATILS (BTEX)																			
benzène	mg/kg MS	0,05	29%	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,25**	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,08**	<0,50	<0,05	**0,05**
toluène	mg/kg MS	0,05	41%	**0,84**	**0,10**	**0,11**	<0,05	<0,05	**0,06**	**0,14**	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,08**	**0,16**	<0,50	**0,10**	**0,05**
éthylbenzène	mg/kg MS	0,05	33%	**0,14**	**0,07**	<0,05	<0,05	<0,05	**1,6**	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,19**	<0,50	0,38	**0,05**
para- et métaxylène	mg/kg MS	0,05	32%	**0,18**	**0,25**	<0,10	<0,10	<0,10	**0,68**	<0,10	**0,17**	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**0,58**	<1,0	**0,87**	**0,05**
orthoxylène	mg/kg MS	0,05	35%	**0,099**	**0,14**	**0,080**	<0,050	<0,050	**0,31**	<0,050	**0,12**	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	**0,28**	<0,50	**0,31**	**0,05**
sommes xylènes	mg/kg MS	0,05	34%	**0,28**	**0,39**	**0,08**	nd	nd	**0,99**	nd	**0,29**	nd	nd	nd	n.d.	**0,86**	n.d.	**1,2**	**0,05**
BTEX total	mg/kg MS	0,2	34%	**1,54**	**0,95**	**0,27**	nd	nd	**3,64**	nd	**0,83**	nd	nd	nd	**0,08**	**2,15**	nd	**2,86**	**0,2**
COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS (COHV)																			
Les Trihalométhanes (THM)																			
Trichlorométhane (Chloroforme)	mg/kg MS	0,10	13%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**0,10**
Les chloroéthanes																			
1,1,1-Trichloroéthane (1,1,1-TCA)	mg/kg MS	0,05	21%	<0,10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,05**
1,1,2-Trichloroéthane (1,1,2-TCA)	mg/kg MS	0,05	15%	<0,10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,05**
1,1-Dichloroéthane (1,1-DCA)	mg/kg MS	0,1	25%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**0,1**
1,2-Dichloroéthane (1,2-DCA)	mg/kg MS	0,1	20%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**0,1**
Les chloroéthènes																			
Tétrachloroéthylène (PCE)	mg/kg MS	0,05	16%	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,05**
Trichloroéthylène (TCE)	mg/kg MS	0,05	21%	**0,18**	0,06	**0,73**	**0,15**	<0,05	<0,05	**0,63**	<0,05	<0,05	<0,05	**0,10**	**0,10**	**0,47**	**34**	0,15	**0,05**
1,1-Dichloroéthène (1,1-DCE)	mg/kg MS	0,1	17%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**0,1**
cis-1,2-Dichloroéthène (Cis-1,2-DCE)	mg/kg MS	0,1	20%	**0,15**	<0,10	**0,15**	**0,40**	<0,10	<0,10	**0,23**	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**0,90**	**19**	<0,10	**0,1**
Trans-1,2-Dichloroéthylène (trans-1,2-DCE)	mg/kg MS	0,1	18%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**3,9**	<0,10	**0,1**
Chlorure de Vinyle (CV)	mg/kg MS	0,03	22%	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	**0,08**	**4,1**	<0,03	**0,03**
autres composés																			
tétrachlorométhane	mg/kg MS	0,05	13%	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,05**
dichlorométhane	mg/kg MS	0,1	18%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**0,1**

LQ : Limite de Quantification
- : Pas de valeur de comparaison
nd : Non détecté

x : Valeur supérieure aux valeurs de comparaison mais peu significative
x : Valeur supérieure aux valeurs de comparaison

Tableau 28 : Résultats analytiques sur les sols des composés organiques (2/2)

				Secteur Aval									Secteur Amont						Valeur de comparaison
Paramètres	**Unités**	**LQ**	**Incertitude**	**F19 (1.4-2.5)**	**F21 (1.5-2.7)**	**F25 (1.5-2.5)**	**F27(0-1.5)**	**F28(0-1)**	**F29(1.5-2.8)**	**F30(1.1-2.5)**	**F31(1.6-2.8)**	**F32(2-3)**	**F37(0.5-2)**	**F38(0-1)**	**F40(1-2.5)**	**F42(0-1.5)**	**F43(0.5-1.7)**	**F45(0-1.5)**	
Matière séche	%	0,1	10%	74,9	80,0	77,2	85,9	96,6	84,7	72,8	80,1	75,9	83,7	81,5	86,8	93,4	80,7	82,4	
HYDROCARBURES TOTAUX (HCT)																			
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg M.S.	20	21%	**9950**	**5410**	**71**	**284**	<20	**698**	**8560**	**15700**	**5030**	**846**	**98**	**62**	<20	**67**	**186**	**20**
Fraction C10-C12	mg/kg M.S.	4	21%	360	79	<4	<4	<4	<4	190	1390	500	<4	<4	<4	<4	<4	<4	**4**
Fraction C12-C16	mg/kg M.S.	4	21%	470	490	<4	<4	<4	13	360	810	380	11	<4	<4	<4	<4	<4	**4**
Fraction C16-C20	mg/kg M.S.	2	21%	1350	1080	11	20	<2	94	1200	1590	460	110	9	4	<2	6	23	**2**
Fraction C20-C24	mg/kg M.S.	2	21%	2560	1150	19	45	<2	180	2160	3010	1150	250	18	8	<2	15	51	**2**
Fraction C24-C28	mg/kg M.S.	2	21%	2680	1160	18	70	<2	190	2350	3960	1380	270	25	12	<2	19	47	**2**
Fraction C28-C32	mg/kg M.S.	2	21%	1560	850	11	68	<2	120	1400	3070	720	130	22	15	3	14	32	**2**
Fraction C32-C36	mg/kg M.S.	2	21%	690	450	6	50	<2	67	690	1400	320	55	15	13	3	9	21	**2**
Fraction C36-C40	mg/kg M.S.	2	21%	250	180	3	28	<2	27	230	540	130	20	8	9	4	4	10	**2**
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)																			
Acénaphtylène	mg/kg M.S.	0,05	31%	<0,050	<0,050	<0,050	<0,50	<0,050	<0,50	<0,50	<0,50	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	**0,05**
Acénaphtène	mg/kg M.S.	0,05	11%	**0,099**	<0,050	<0,050	<0,50	<0,050	<0,50	<0,50	<0,50	**0,17**	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	**0,05**
Fluorène	mg/kg M.S.	0,05	46%	**0,16**	**0,45**	<0,050	<0,50	<0,050	<0,50	<0,50	<0,50	**0,34**	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	**0,05**
Pyrène	mg/kg M.S.	0,05	19%	0,39	0,58	0,11	1,1	<0,050	1,3	1,0	0,70	1,6	0,070	0,069	0,066	<0,050	0,25	0,36	**0,15-147**
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	0,05	12%	0,15	<0,050	0,16	1,4	<0,050	0,74	<0,50	<0,50	1,7	0,075	0,083	0,15	<0,050	0,37	0,70	**15-62**
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	0,05	15%	<0,050	<0,050	<0,050	<0,50	<0,050	<0,50	<0,50	<0,50	**0,28**	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	**0,05**
Anthracène	mg/kg M.S.	0,05	19%	<0,050	<0,050	<0,050	<0,50	<0,050	<0,50	<0,50	<0,50	**0,51**	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	**0,05**
Benzo(a)anthracène	mg/kg M.S.	0,05	12%	0,49	0,56	0,10	0,91	<0,050	0,70	0,85	1,0	1,8	<0,050	<0,050	0,067	<0,050	0,21	0,42	**0,17-5,9**
Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	0,05	20%	0,091	<0,050	0,12	**1,3**	<0,050	**0,71**	<0,50	<0,50	**1,8**	0,065	<0,050	0,097	<0,050	**0,31**	**0,56**	**0,16-0,22**
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg M.S.	0,05	17%	0,089	<0,050	0,095	0,73	<0,050	<0,50	<0,50	<0,50	0,76	<0,050	<0,050	0,076	0,054	0,22	0,34	**0,9-4,7**
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	0,05	11%	<0,050	<0,050	0,071	0,61	<0,050	<0,50	<0,50	<0,50	0,84	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,15	0,28	**0,3-26**
Chrysène	mg/kg M.S.	0,05	14%	0,41	0,53	0,12	**1,0**	<0,050	**0,66**	**0,77**	**0,77**	**1,7**	<0,050	<0,050	0,082	<0,050	0,22	0,44	**0,25-0,64**
Fluoranthène	mg/kg M.S.	0,05	14%	0,51	0,53	0,19	2,2	<0,050	1,8	1,2	0,95	3,6	0,092	0,11	0,11	<0,050	0,40	0,53	**0,2-166**
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg M.S.	0,05	14%	**0,10**	<0,050	**0,12**	**1,1**	<0,050	<0,50	<0,50	<0,50	**1,1**	**0,11**	<0,050	**0,10**	<0,050	**0,30**	**0,50**	**0,05**
Naphtalène	mg/kg M.S.	0,05	27%	**0,16**	**0,24**	<0,050	<0,50	<0,050	<0,50	<0,50	**3,1**	**1,1**	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	**0,05**
Phénanthrène	mg/kg M.S.	0,05	17%	**0,55**	**2,8**	**0,067**	<0,50	<0,050	**0,61**	**2,1**	**2,5**	**2,6**	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	**0,17**	**0,12**	**0,05**
HAP (EPA) - somme	mg/kg M.S.	0,8	-	**3,2**	**5,7**	**1,2**	**10**	nd	**6,5**	**5,9**	**9,0**	**20**	**0,41**	**0,26**	**0,75**	0,05	**2,6**	**4,3**	**-**
COMPOSES MONO-AROMATIQUES VOLATILS (BTEX)																			
benzène	mg/kg MS	0,05	29%	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,05**
toluène	mg/kg MS	0,05	41%	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	0,69	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,05**
éthylbenzène	mg/kg MS	0,05	33%	0,43	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	1,0	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,05**
para- et métaxylène	mg/kg MS	0,05	32%	0,75	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	8,6	0,22	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**0,05**
orthoxylène	mg/kg MS	0,05	35%	0,15	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	1,4	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	**0,05**
sommes xylènes	mg/kg MS	0,05	34%	0,90	nd	nd	nd	nd	nd	nd	10	0,22	nd	nd	nd	nd	nd	nd	**0,05**
BTEX total	mg/kg MS	0,2	34%	**2,23**	nd	nd	nd	nd	nd	nd	**21,69**	0,22	nd	nd	nd	nd	nd	nd	**0,2**
COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS (COHV)																			
Les Trihalométhanes (THM)																			
Trichlorométhane (Chloroforme)	mg/kg MS	0,10	13%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**0,10**
Les chloroéthanes																			
1,1,1-Trichloroéthane (1,1,1-TCA)	mg/kg MS	0,05	21%	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,05**
1,1,2-Trichloroéthane (1,1,2-TCA)	mg/kg MS	0,05	15%	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,05**
1,1-Dichloroéthane (1,1-DCA)	mg/kg MS	0,1	25%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**0,1**
1,2-Dichloroéthane (1,2-DCA)	mg/kg MS	0,1	20%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**0,1**
Les chloroéthènes																			
Tétrachloroéthylène (PCE)	mg/kg MS	0,05	16%	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**7,2**	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,05**
Trichloroéthylène (TCE)	mg/kg MS	0,05	21%	<0,05	<0,05	<0,05	**0,37**	0,06	<0,05	**0,07**	**0,19**	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,18	**0,05**
1,1-Dichloroéthène (1,1-DCE)	mg/kg MS	0,1	17%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**0,1**
cis-1,2-Dichloroéthène (Cis-1,2-DCE)	mg/kg MS	0,1	20%	**0,19**	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**4,1**	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**0,1**
Trans-1,2-Dichloroéthylène (trans-1,2-DCE)	mg/kg MS	0,1	18%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**0,1**
Chlorure de Vinyle (CV)	mg/kg MS	0,03	22%	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	**0,03**
Autres composés																			
tétrachlorométhane	mg/kg MS	0,05	13%	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,05**
dichlorométhane	mg/kg MS	0,1	18%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**0,1**

LQ : Limite de Quantification
- : Pas de valeur de comparaison
nd : Non détecté

x	Valeur supérieure aux valeurs de comparaison mais peu significative
x	Valeur supérieure aux valeurs de comparaison

Tableau 29 : Résultats analytiques sur les sols des composés inorganiques (1/2)

				Secteur Aval														INDIQUASOL CELLULE 1358 horizon (0,3-0,5)m	Base de données ASPITET		
				F1 (1.5-2.8)	F2 (1-2.9)	F6 (1.5-3)	F7 (0-1.5)	F9 (0-1.2)	F9 (1.5-2.5)	F12 (0-1.5)	F10 (0.5-2.1)	F11 (1.1-2.3)	F5 (1.3-2.5)	F3 (0-1.5)	F4 (1-2.8)	F16 (1.4-2.7)	F17 (1.3-2.5)	F18 (1-2)		Gamme de valeurs observées dans les sols ordinaires	Gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles	Gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles
Paramètres	Unités	LQ	Incertitude																		
ELEMENTS TRACES METALLIQUES (ETM)																					
Arsenic	mg/kg M.S.	1	14%	15	14	13	6,7	14	8,4	10	11	7,4	7,3	8,8	13	26	79	7,5	-	1 à 25	30 à 60	60 à 284
Cadmium	mg/kg M.S.	0,1	10%	**11**	**2,1**	**6,6**	**3,9**	**0,85**	**0,86**	**1,6**	**2,6**	**0,72**	**1,3**	**0,64**	**0,30**	**1,5**	**9,6**	**1,2**	0,219	0,05 à 0,45	0,7 à 2	2 à 46,3
Chrome	mg/kg M.S.	0,2	12%	110	50	**410**	34	62	36	88	100	47	39	45	17	**2100**	**560**	49	207,175	10 à 90	90 à 150	150 à 3180
Cuivre	mg/kg M.S.	0,2	12%	**2900**	**780**	**2400**	**220**	**190**	**78**	**2700**	**1900**	**260**	**140**	**210**	18	**3700**	**3800**	**270**	40,225	2 à 20	20 à 62	65 à 160
Mercure	mg/kg M.S.	0,05	19%	**0,27**	**0,62**	0,10	<0,05	0,05	0,08	0,09	**0,40**	<0,05	0,10	0,05	<0,05	0,07	**0,12**	0,10	-	0,02 à 0,1	0,15 à 2,3	-
Nickel	mg/kg M.S.	0,5	12%	97	42	**190**	31	46	39	94	91	36	33	35	24	**1300**	**510**	49	189,75	2 à 60	60 à 130	130 à 2076
Plomb	mg/kg M.S.	0,5	12%	**310**	**120**	**150**	**48**	**74**	31	**140**	**140**	**64**	**50**	**46**	20	**300**	**570**	**52**	42,4	9 à 50	60 à 90	100 à 10180
Zinc	mg/kg M.S.	1	20%	**2200**	**570**	**1500**	**220**	**210**	110	**620**	**890**	**230**	170	**190**	59	**2400**	**4600**	**320**	176,075	10 à 100	100 à 250	250 à 11425

LQ : Limite de Quantification
- : Pas de valeur de comparaison

x Valeur supérieure aux valeurs de comparaison

Tableau 30 : Résultats analytiques sur les sols des composés inorganiques (2/2)

				Secteur Aval									Secteur Amont						INDIQUASOL CELLULE 1358 horizon (0,3-0,5)m	Base de données ASPITET		
				F19 (1.4-2.5)	F21 (1.5-2.7)	F25 (1.5-2.5)	F27(0-1.5)	F28(0-1)	F29(1.5-2.8)	F30(1.1-2.5)	F31(1.6-2.8)	F32(2-3)	F37(0.5-2)	F38(0-1)	F40(1-2.5)	F42(0-1.5)	F43(0.5-1.7)	F45(0-1.5)		Gamme de valeurs observées dans les sols ordinaires	Gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles	Gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles
Paramètres	Unités	LQ	Incertitude																			
ELEMENTS TRACES METALLIQUES (ETM)																						
Arsenic	mg/kg M.S.	1	14%	10	6,8	14	6,0	4,0	9,6	29	9,3	8,6	9,9	7,1	6,8	14	8,9	10	-	1 à 25	30 à 60	60 à 284
Cadmium	mg/kg M.S.	0,1	10%	**1,2**	**0,84**	0,20	**1,2**	<0,10	**5,1**	**1,5**	**3,6**	**1,3**	**3,1**	0,14	0,13	**0,29**	**0,33**	**0,67**	0,219	0,05 à 0,45	0,7 à 2	2 à 46,3
Chrome	mg/kg M.S.	0,2	12%	**650**	34	27	32	5,3	37	130	56	**220**	59	21	26	37	49	78	207,175	10 à 90	90 à 150	150 à 3180
Cuivre	mg/kg M.S.	0,2	12%	**590**	**72**	**110**	**360**	5,9	**850**	**1200**	**780**	**1200**	**300**	**110**	22	39	**200**	**440**	40,225	2 à 20	20 à 62	65 à 160
Mercure	mg/kg M.S.	0,05	19%	**0,28**	**0,05**	<0,05	**0,06**	<0,05	**0,09**	**0,36**	**0,12**	**0,10**	<0,05	**0,05**	<0,05	**0,14**	**0,06**	<0,05	-	0,02 à 0,1	0,15 à 2,3	-
Nickel	mg/kg M.S.	0,5	12%	**330**	44	22	61	6,5	35	33	67	**250**	36	18	21	31	38	24	189,75	2 à 60	60 à 130	130 à 2076
Plomb	mg/kg M.S.	0,5	12%	**900**	30	29	**71**	8,3	**120**	**140**	**100**	**66**	**63**	25	20	33	32	**47**	42,4	9 à 50	60 à 90	100 à 10180
Zinc	mg/kg M.S.	1	20%	**400**	**250**	100	**340**	21	**910**	**840**	**700**	**370**	**360**	110	57	81	170	**330**	176,075	10 à 100	100 à 250	250 à 11425

LQ : Limite de Quantification
- : Pas de valeur de comparaison

x Valeur supérieure aux valeurs de comparaison

Tableau 31 : Résultats analytiques sur les sols des dioxines et furanes

							Valeurs d'équivalent toxique			Somme des 17 congenères (BRGM)
Paramètres	Unités	F2 (1-2.9)	F10 (0.5-2.1)	F5 (1.3-2.5)	F18 (1-2)	F21 (1.5-2.7)	Bruit de fond anthropique dans les zones rurales (toutes anciennetés) et urbaines (n'ayant pas connues le fonctionnement d'un incinérateur au-delà des 10 dernières années) BRGM	Bruit de fond anthropique dans les zones urbaines/ industrielles (ayant connues le fonctionnement d'un incinérateur au-delà des 10 dernières années) BRGM	Recommandation Allemande (TA-Luft)	Bruit de fond anthropique dans toutes installations et environnements confondus à partir de 342 sols
Somme des 17 congenères	ng/kg MS	**1282,2**	**104400**	**1630,2**	**3901,5**	466,2	/	/	/	684
I-TEQ-PCDD/F-OMS 1998 (limite inférieure, sans LQ)	ng/kg MS	**85,3**	**7740**	**121**	**285**	**21,6**	3,2	20,8	40	/
I-TEQ-PCDD/F-OMS 1998 (limite supérieure, avec LQ)	ng/kg MS	**85,3**	**7740**	**121**	**285**	**23,9**	/	/		

I-TEQ = Equivalence Toxique Internationale
/ : Pas de valeur de comparaison
LQ : Limite de quantification

x Teneur inférieure aux valeurs de comparaison
Bruit de fond anthropique dans les zones rurales (toutes anciennetés) et urbaines (n'ayant pas connues le fonctionnement d'un incinérateur au-delà des 10 dernières années) (BRGM)
Bruit de fond anthropique dans les zones urbaines/ industrielles (ayant connues le fonctionnement d'un incinérateur au-delà des 10 dernières années) (BRGM)
Teneur supérieure à la recommandation Allemande
Bruit de fond anthropique dans toutes installations et environnements confondus à partir de 342 sols

9.13 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

9.13.1 SYNTHESE DES RESULTATS SUR LES PACKS ISDI

Les résultats analytiques mettent en avant :

- **Hydrocarbures Totaux C10-C40 (HCT)** : L'ensemble des concentrations est supérieur au seuil de détection du laboratoire, avec des teneurs comprises entre 94 et 17 800 mg/kg. Sur les 10 échantillons analysés, 6 sont supérieurs à la limite d'acceptation (500 mg/kg) ;

- **Polychlorobyphényles (PCB)** : Sur les 10 échantillons analysés, 9 ont une concentration supérieure au seuil de détection du laboratoire, avec des teneurs comprises entre 0,019 et 3,5 mg/kg. On note que 3 échantillons sont supérieurs à la limite d'acceptation (1 mg/kg) ;

- **Carbone Organique Total (COT)** : Sur les 10 échantillons analysés, 1 seul présente une concentration (120 000 mg/kg) supérieure à la limite d'acceptation (30 000 mg/kg). Toutefois, une valeur limite plus élevée peut-être admise, à condition que la valeur limite de 500 mg/kg de matière sèche soit respectée pour le carbone organique total sur éluat, soit au pH du sol, soit pour un pH situé entre 7,5 et 8,0 ;

- **Eléments Traces Métalliques après lixiviation** : On observe quelques dépassements en antimoine et molybdène sur 4 des 10 échantillons analysés ;

- **Autres analyses sur éluât** : Seul 1 échantillon présente des concentrations en fluorures sur éluât et en sulfates sur éluât supérieurs aux valeurs d'acceptation.

Pour l'ensemble des autres paramètres analysés (COT sur éluat, BTEX, HAP, fraction soluble, chlorure sur éluât et indice phénol sur éluat), les concentrations mesurées sont inférieures au seuil d'acceptation en ISDI.

Au total, seulement 2 échantillons analysés sur 10 présentent des valeurs inférieures au seuil d'acceptation en ISDI (Installation de Stockage de Déchets Inertes).

9.13.2 SYNTHESE DES RESULTATS SUR BRUT

Les résultats analytiques mettent en avant :

- **Hydrocarbures Totaux C10-C40 (HCT)** : Sur les 30 échantillons de sol analysés, 28 sont supérieurs au seuil de détection du laboratoire, avec des teneurs comprises entre 68 et 81 500 mg/kg. La majorité des échantillons prélevés sur le secteur aval présentent des concentrations significatives tandis que les concentrations observées sur le secteur amont sont majoritairement peu significatives.
  Les fractions pétrolières majoritairement retrouvée sont de type C16-C32, caractéristiques des huiles types lubrifiants et du gasoil lourd pour le chauffage ou les moteurs industriels ;

- **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)** : Sur les 30 échantillons de sol analysés, 28 sont supérieurs au seuil de détection du laboratoire, avec des teneurs comprises entre 0,15 et 20 mg/kg. Les concentrations observées sur le secteur amont sont considérées comme peu significatives. Quelques valeurs significatives comprises entre 9 et 20 mg/kg sont mesurées sur le secteur aval. Le naphtalène (composé le plus toxique) est retrouvé sous forme de trace ;

- **BTEX** : Sur les 30 échantillons de sol analysés, 10 sont supérieurs au seuil de détection du laboratoire, avec des teneurs comprises entre 0,08 et 21,69 mg/kg. Les échantillons analysés sur le secteur amont présentent des concentrations inférieures au seuil de détection du laboratoire. Sur le secteur aval, on note essentiellement une teneur significative (21,69 mg/kg) au droit de la fouille F31(1,6-2,8) ;

- **Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV)** : Les échantillons analysés sur le secteur amont présentent des concentrations inférieures au seuil de détection du laboratoire. Sur le secteur aval, on note essentiellement 2 teneurs significatives au droit de la fouille F17(34 mg/kg en trichloroéthylène et 19 mg/kg en Cis-1,2-DCE) et de la fouille F31(7,2 mg/kg en trichloroéthylène et 4,1 mg/kg en Cis-1,2-DCE). Seule la famille des chloroéthènes présentent des teneurs significatives. On peut noter que le Cis-1,2-DCE est le produit de dégradation du tétrachloroéthylène et du trichloroéthylène, ce qui laisse penser que cette pollution est plutôt ancienne ;

- **Eléments Traces Métalliques (ETM)** : La majorité des échantillons analysés présentent de fortes anomalies en ETM à l'exception de l'arsenic. On note que le secteur aval semble moins impacté en ETM ;

- **Dioxines et furanes (PCDD/F)** : Sur les 5 échantillons analysés, la somme des 17 congénères dioxines/furanes toxiques est supérieure au seuil de détection du laboratoire avec des valeurs comprises entre 466,2 et 104400 ng/kg. A l'exception de la fouille F21 (466,2 ng/kg), les concentrations mesurées sont supérieures à la valeur de bruit de fond anthropique (90ème percentile) concernant les dioxines et furanes déterminées par le BRGM (684 ng/kg).

  Afin de s'affranchir de la transcription de la concentration de chacun des 17 congénères toxiques de dioxines/furanes, l'approche des équivalents toxiques (TEQ) est généralement utilisée pour décrire des teneurs dans des matrices environnementales. Les TEQ sont calculées en utilisant les principaux systèmes de référence : OTAN (1989), OMS (1998) et OMS (2005). Nous choisirons ici le modèle OMS 1998, modèle le plus souvent utilisé et le plus majorant.

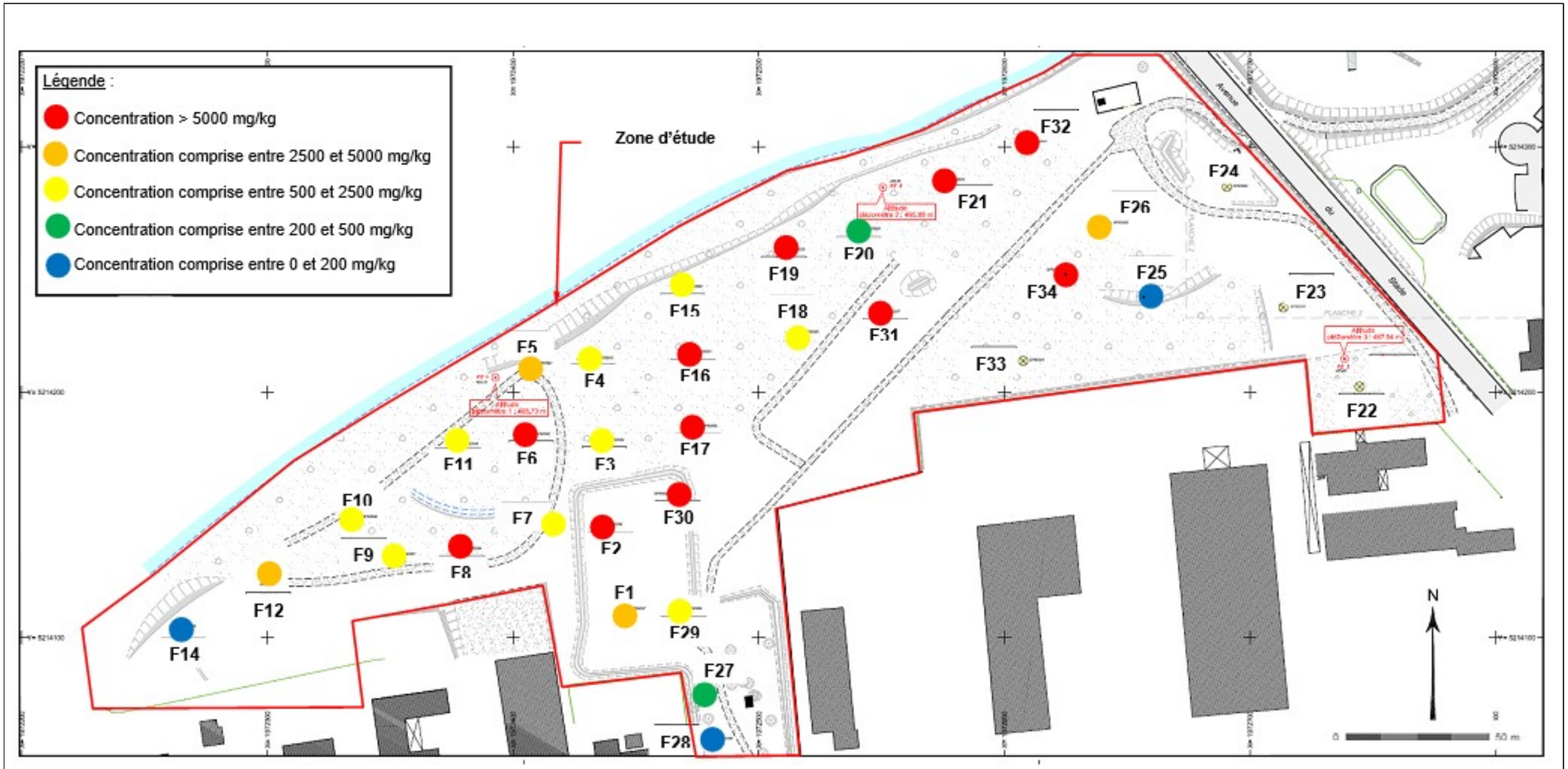
  Les résultats mettent en évidence que l'ensemble des TEQ calculées sont supérieures au bruit de fond anthropique dans les zones urbaines/ industrielles (ayant connues le fonctionnement d'un incinérateur au-delà des 10 dernières années). De plus, 4 échantillons sur 5 présentent des TEQ supérieures à la valeur de référence établie par la réglementation allemande TA-luft 2002 (40 ng I-TEQ/kg de matière sèche), valeur au-dessus de laquelle les sols sont considérés comme inapte à l'agriculture.

9.13.3 SYNTHESE DES SOURCES DE POLLUTION DANS LE MILIEU SOL

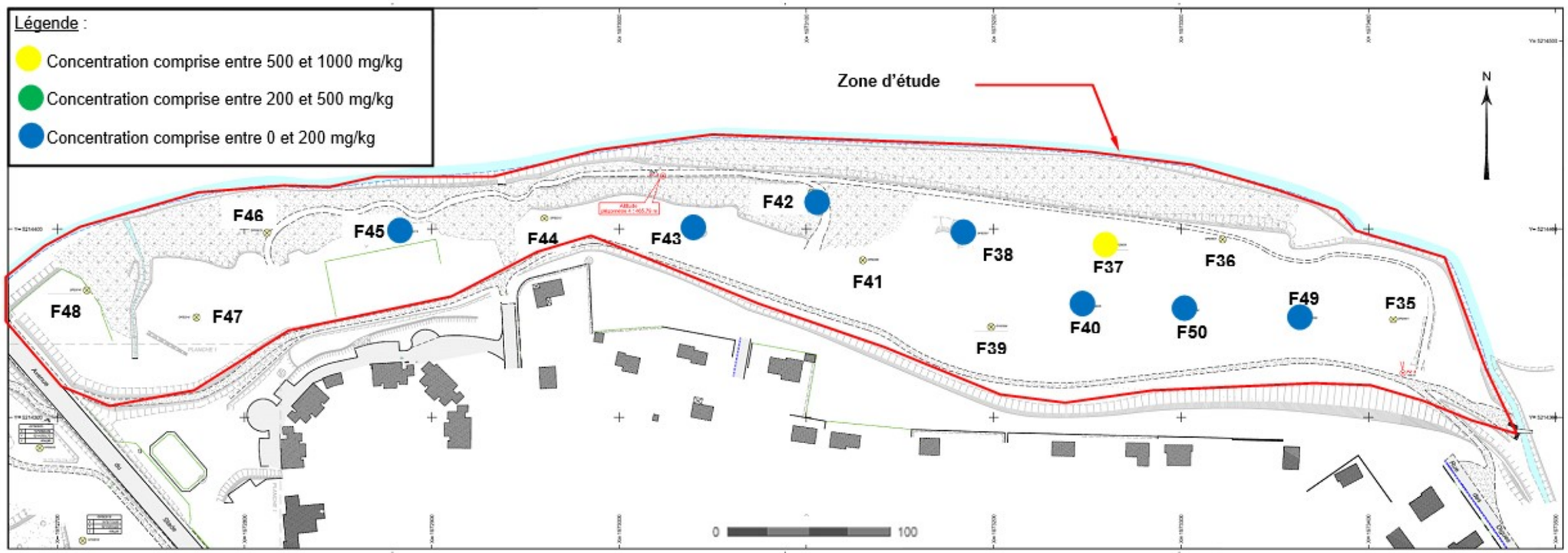
- **Secteur amont** : Les analyses ont mis en évidence la présence de faibles anomalies en métaux, HCT et HAP. Celles-ci sont probablement liées à la mauvaise qualité des remblais. Aucune source de pollution n'est retenue ;
- **Secteur aval** : En raison de la détection de concentrations significatives en HCT, HAP, BTEX, chloroéthènes, PCDD/F et ETM sur les sols du secteur aval, nous retiendrons ces paramètres comme source de pollution.

9.13.4 CARTOGRAPHIE DES TENEURS SIGNIFICATIVES

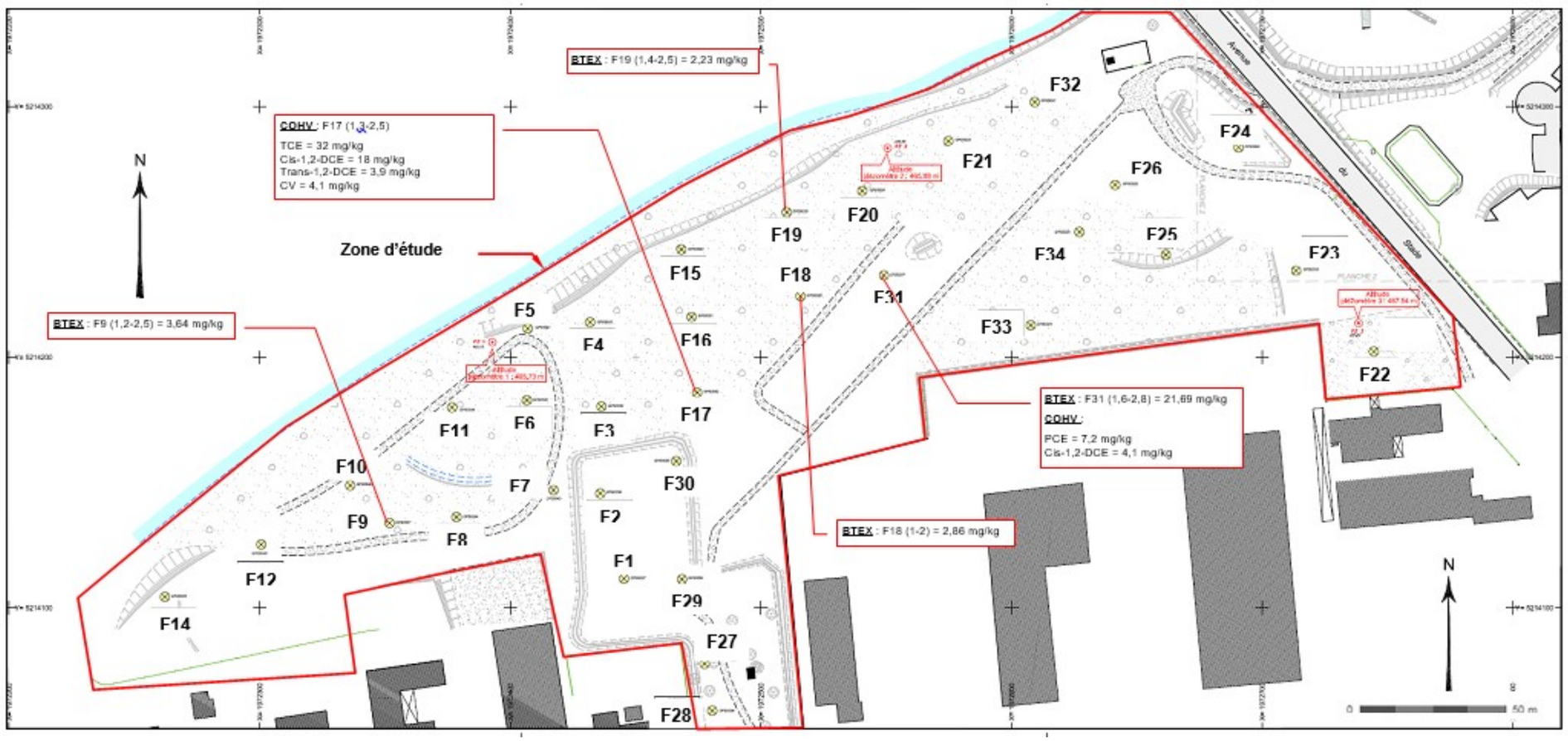
Les cartographies des teneurs significatives en HCT, dioxines/furanes et COHV/BTEX dans le milieu sol sont présentées ci-dessous.



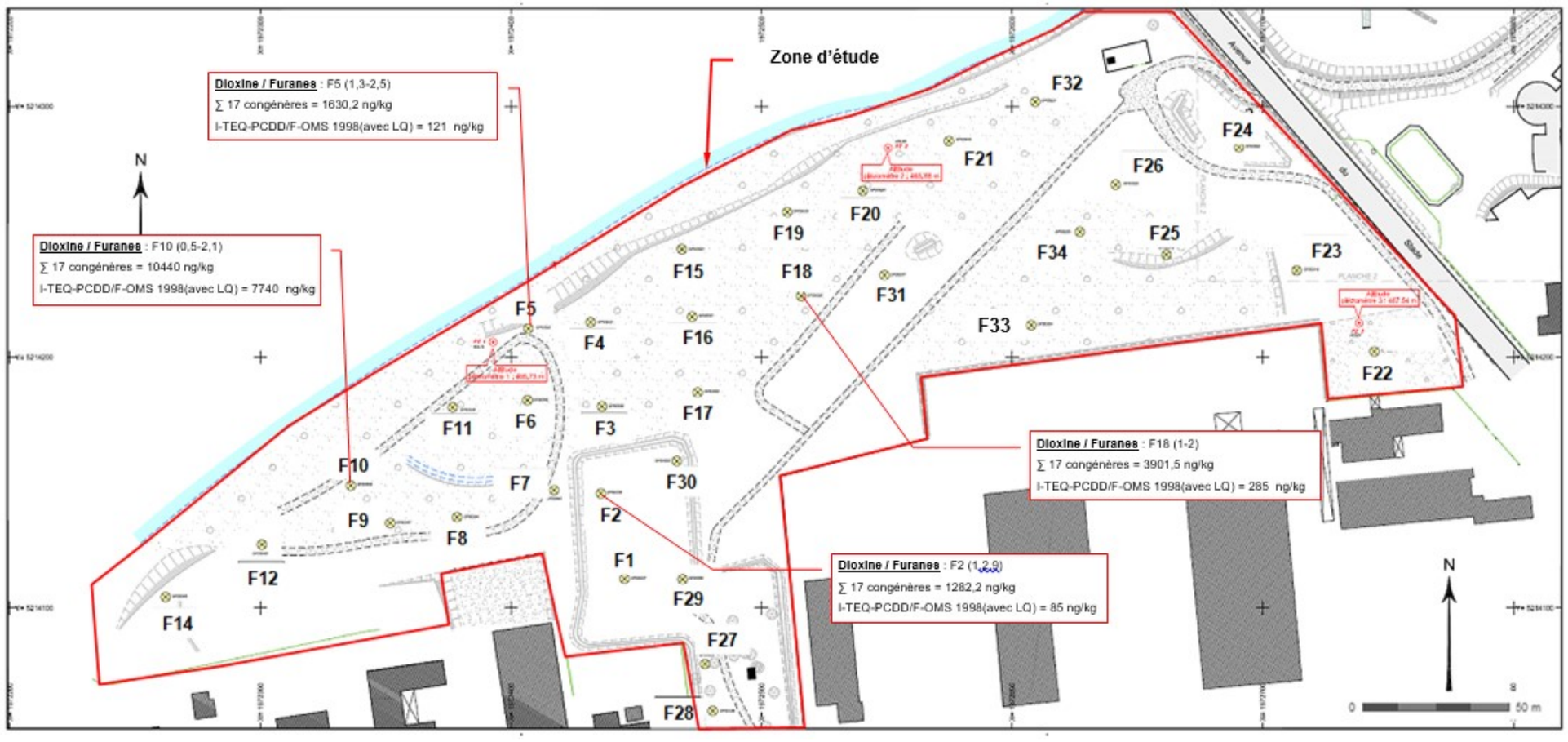
DEKRA	Ancienne déchetterie des Valignons à Marnaz (74)		
	Figure 50 : Cartographie des teneurs en hydrocarbures totaux dans les sols (horizon 0-3 m) sur le secteur aval	Affaire :	52764094
		Source :	DEKRA
		Echelle	Cf. figure



DEKRA	Ancienne déchetterie des Valignons à Marnaz (74)		
	Figure 51 : *Cartographie* des teneurs en hydrocarbures totaux dans les sols (horizon 0-3 m) sur le secteur amont	Affaire :	52764094
		Source :	DEKRA
		Echelle	Cf. figure



DEKRA	Ancienne déchetterie des Valignons à Marnaz (74)		
	Figure 52 : *Cartographie* des teneurs significatives en COHV et BTEX sur le secteur aval	Affaire :	52764094
		Source :	DEKRA
		Echelle	Cf. figure



DEKRA	Ancienne déchetterie des Valignons à Marnaz (74)		
	Figure 53 : Cartographie des teneurs significatives en dioxines/furanes sur le secteur aval	Affaire :	52764094
		Source :	DEKRA
		Echelle	Cf. figure

10 MISSION A200 – INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LES SOLS REALISEES EN AOUT 2014

10.1 OBJECTIFS

Les investigations complémentaires mises en œuvre sur le milieu sol ont pour but :

- **de quantifier l'épaisseur du massif de déchets sur le secteur aval ;**
- **d'analyser les la couche de remblais superficielle et le terrain naturel sous-jacent au massif de déchets du secteur aval.**

10.2 DÉMARCHES PRÉALABLES À L'INTERVENTION

Cf. paragraphe 9.2.

10.3 NATURE DES INVESTIGATIONS

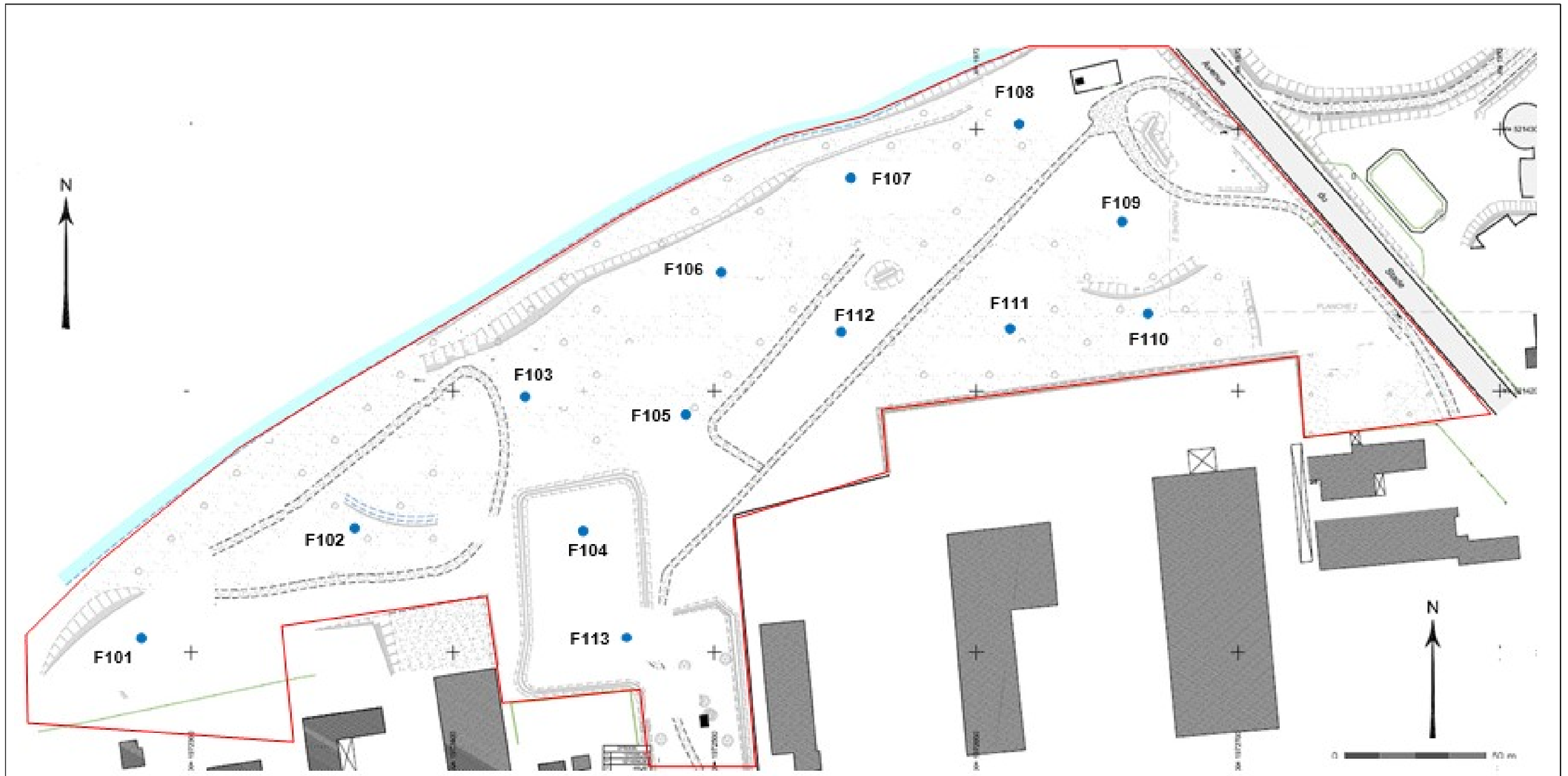
Les sondages ont été réalisés au moyen d'une pelle mécanique (société PASQUALIN) mise à disposition par la mairie de Marnaz, les 4 et 5 août 2014. Les travaux ont été supervisés en intégralité par un ingénieur de DEKRA INDUSTRIAL SAS, spécialisé dans le domaine des sites et sols pollués.

10.4 STRATEGIE D'INVESTIGATION

En accord avec le SM3A, il a été défini la réalisation de 13 fouilles sur l'ensemble du secteur aval (répartition homogène). Les fouilles ont pour objectif d'atteindre le terrain naturel (tourbe et alluvions de l'Arve) afin de quantifier l'épaisseur du massif de déchets.

10.5 LOCALISATION DES INVESTIGATIONS

La localisation des fouilles est présentée ci-dessous.



DEKRA	Ancienne déchetterie des Valignons à Marnaz (74)		
	Figure 54 : Localisation des fouilles complémentaires sur le secteur aval	Affaire :	52764094
		Source :	DEKRA
		Echelle	Cf. figure

Les coordonnées géographiques des sondages de sol sont fournies dans le tableau ci-dessous. Les points de sondages ont été repères par DEKRA via le réseau satellite (précision de 5 m environ).

Tableau 32 : Coordonnées géographiques des fouilles complémentaires sur le secteur aval

	COORDONNEES LAMBERT 93		
	X (m)	**Y (m)**	**Z (m)**
F101	972 051	6 558 620	~ 465
F102	972 133	6 558 661	~ 465
F103	972 199	6 558 711	~ 465
F104	972 221	6 558 660	~ 465
F105	972 260	6 558 706	~ 465
F106	972 273	6 558 759	~ 465
F107	972 323	6 558 795	~ 465
F108	972 388	6 558 815	~ 465
F109	972 428	6 558 779	~ 465
F110	972 436	6 558 743	~ 465
F111	972 383	6 558 737	~ 465
F112	972 319	6 558 736	~ 465
F113	972 238	6 558 620	~ 465

10.5.1 NATURE DES TERRAINS

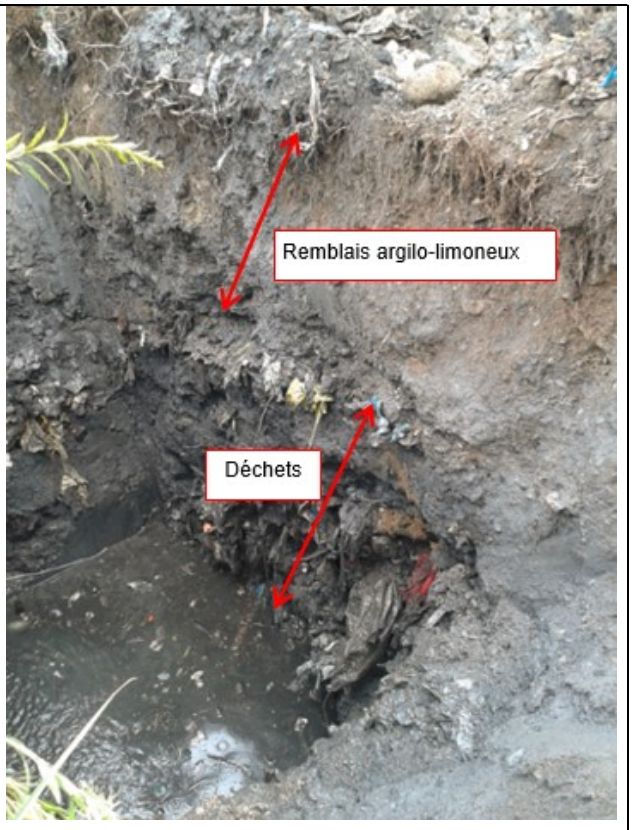
Les coupes descriptives des sondages sont fournies en **annexe 5.** Ces dernières mettent en évidence pour le secteur aval :

- la présence de remblais argilo-limoneux marrons foncés, sur une épaisseur allant de 0,4 à 1,8 m de profondeur ;
- la présence de nombreux déchets ménagers (plastiques, ferrailles, bouteilles verres, tissus, papiers, composants électriques …) et de déchets inertes (béton, brique, acier …) dans des remblais de types argilo-limoneux avec passages sableux jusqu'à une profondeur de 5 m. Il a également été observé de nombreux passages noirâtres laissant penser à des résidus de combustion. Une arrivée d'eau a été observée dans toutes les fouilles entre 2,5 et 3,5 m de profondeur (niveau statique de la nappe). Les déchets sont présents au-delà ce niveau statique ;
- la présence du terrain naturel constitué de tourbe marron clair et d'alluvions de l'Arve (sables gris avec galets).

Le massif de déchets est compris entre 0,4 et 5 m de profondeur. Il est surmonté d'une couche de remblais argilo-limoneux comprise entre 0,4 et 1,8 m et repose sur le terrain naturel (alluvions de l'Arve et tourbe). Ainsi, l'ancien lit de la rivière l'Arve a été comblé par l'apport de déchets ménagers, industriels et de remblais.

Les photographies suivantes illustrent les matériaux et déchets rencontrés lors des investigations au tractopelle.

Fouille F108



Fouille F106

Tourbe (terrain naturel)

Alluvions de l'Arve (terrain naturel)

Figure 55 : Photographies des matériaux et déchets rencontrés lors des investigations complémentaires

10.5.2 CONSTATS ORGANOLEPTIQUES DE TERRAIN

Des indices organoleptiques défavorables ont été mis en évidence au droit de nombreuses fouilles.

Des venues d'eau ont été observées sur la quasi-totalité des fouilles effectuées entre 2,5 et 3,5 m de profondeur (niveau statique de la nappe).

Des mesures au PID (PhotonIonization detector) ont été effectuées sur l'ensemble des échantillons afin de détecter la présence éventuelle de composés organiques volatils. Des signaux ont été détectés sur l'échantillon F103 avec une mesure de 8 ppm.

10.6 STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS

Cf. paragraphe 9.8. Il est important de noter que les échantillons de sol récoltés dans le terrain naturel sont situés en zone saturée. De ce fait, les résultats présentent des incertitudes.

10.7 CONDITIONNEMENT ET CONSERVATION DES ÉCHANTILLONS

Cf. paragraphe 9.9.

10.8 PROGRAMME ANALYTIQUE RÉALISÉ SUR LE MILIEU SOL

Les analyses ont été réalisées au laboratoire AGROLAB accrédité COFRAC.

Tableau 33 : Programme analytique

N° de sondage	Secteur visé	Horizons prélevés (m)	Programme analytique
F103 (4-5)	Secteur Amont	4-5	HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux + PCB
F105 (5-5,5)		5-5,5	
F106 (4,5-5)		4,5-5	
F107 (0-1)		0-1	HCT + HAP + BTEX + COHV + 8 métaux + PCB + COT + granulométrie
Pzair (0-1)		0-1	

10.9 CHOIX DES VALEURS DE RÉFÉRENCE

Cf. paragraphe 9.11.

10.10 RÉSULTATS DES ANALYSES

Les tableaux suivants présentent les concentrations mesurées dans les sols en comparaison aux valeurs précitées. Les bordereaux des analyses de sol sont disponibles en **Annexe 6**.

Tableau 34 : Résultats analytiques des composés organiques

Paramètres	Unités	LQ	Incertitude	F103 (4-5)	F105 (5-5.5)	F106 (4.5-5)	F107 (0-1)	Pzair (0-1)	Valeur de comparaison
Matière séche	%	0,1	10%	83,6	87,9	44,3	90,9	88,2	
HYDROCARBURES TOTAUX (HCT)									
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg M.S.	20	21%	**1990**	**1730**	<20	**548**	**680**	**20**
Fraction C10-C12	mg/kg M.S.	4	21%	63	41	<4	5	<4	**4**
Fraction C12-C16	mg/kg M.S.	4	21%	110	60	<4	14	5	**4**
Fraction C16-C20	mg/kg M.S.	2	21%	260	190	7	78	32	**2**
Fraction C20-C24	mg/kg M.S.	2	21%	480	350	8	140	96	**2**
Fraction C24-C28	mg/kg M.S.	2	21%	500	470	9	140	160	**2**
Fraction C28-C32	mg/kg M.S.	2	21%	360	340	12	90	180	**2**
Fraction C32-C36	mg/kg M.S.	2	21%	160	200	<2	53	140	**2**
Fraction C36-C40	mg/kg M.S.	2	21%	56	71	<2	21	76	**2**
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)									
Acénaphtylène	mg/kg M.S.	0,05	31%	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	**0,05**
Acénaphtène	mg/kg M.S.	0,05	11%	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,063	**0,05**
Fluorène	mg/kg M.S.	0,05	46%	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	**0,05**
Pyrène	mg/kg M.S.	0,05	19%	0,065	0,11	<0,050	0,12	0,18	**0,15-147**
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	0,05	12%	<0,050	<0,050	<0,050	0,077	0,16	**15-62**
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	0,05	15%	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	**0,05**
Anthracène	mg/kg M.S.	0,05	19%	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	**0,05**
Benzo(a)anthracène	mg/kg M.S.	0,05	12%	0,068	0,14	<0,050	0,062	0,12	**0,17-5,9**
Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	0,05	20%	<0,050	<0,050	<0,050	0,084	0,19	**0,16-0,22**
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg M.S.	0,05	17%	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,12	**0,9-4,7**
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	0,05	11%	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,077	**0,3-26**
Chrysène	mg/kg M.S.	0,05	14%	<0,050	0,13	<0,050	0,077	0,12	**0,25-0,64**
Fluoranthène	mg/kg M.S.	0,05	14%	0,066	0,15	<0,050	0,19	0,32	**0,2-166**
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg M.S.	0,05	14%	<0,050	<0,050	<0,050	**0,066**	**0,16**	**0,05**
Naphtalène	mg/kg M.S.	0,05	27%	<0,050	**0,063**	<0,050	<0,050	<0,050	**0,05**
Phénanthrène	mg/kg M.S.	0,05	17%	<0,050	**0,27**	<0,050	**0,12**	**0,11**	**0,05**
HAP (EPA) - somme	mg/kg M.S.	0,8	-	0,20	0,86	n.d.	0,80	1,6	**-**
COMPOSES MONO-AROMATIQUES VOLATILS (BTEX)									
benzène	mg/kg MS	0,05	29%	<0,05	<0,05	<0,20	<0,05	<0,05	**0,05**
toluène	mg/kg MS	0,05	41%	**0,08**	<0,05	<0,20	<0,05	**0,08**	**0,05**
éthylbenzène	mg/kg MS	0,05	33%	<0,05	<0,05	<0,20	<0,05	<0,05	**0,05**
para- et métaxylène	mg/kg MS	0,05	32%	**0,19**	<0,10	<0,40	<0,10	<0,10	**0,05**
orthoxylène	mg/kg MS	0,05	35%	<0,050	<0,050	<0,20	<0,050	<0,050	**0,05**
sommes xylènes	mg/kg MS	0,05	34%	**0,19**	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	**0,05**
COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS (COHV)									
Les Trihalométhanes (THM)									
Trichlorométhane (Chloroforme)	mg/kg MS	0,10	13%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**0,10**
Les chloroéthanes									
1,1,1-Trichloroéthane (1,1,1-TCA)	mg/kg MS	0,05	21%	<0,10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,05**
1,1,2-Trichloroéthane (1,1,2-TCA)	mg/kg MS	0,05	15%	<0,10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,05**
1,1-Dichloroéthane (1,1-DCA)	mg/kg MS	0,1	25%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**0,1**
1,2-Dichloroéthane (1,2-DCA)	mg/kg MS	0,1	20%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**0,1**
Les chloroéthènes									
Tétrachloroéthylène (PCE)	mg/kg MS	0,05	16%	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,05**
Trichloroéthylène (TCE)	mg/kg MS	0,05	21%	**0,60**	**1,5**	<0,20	<0,05	**0,11**	**0,05**
1,1-Dichloroéthène (1,1-DCE)	mg/kg MS	0,1	17%	<0,10	<0,10	<0,40	<0,10	<0,10	**0,1**
cis-1,2-Dichloroéthène (Cis-1,2-DCE)	mg/kg MS	0,1	20%	**0,63**	**0,85**	**16**	<0,10	<0,10	**0,1**
Trans-1,2-Dichloroéthylène (trans-1,2-DCE)	mg/kg MS	0,1	18%	<0,10	<0,10	<0,40	<0,10	<0,10	**0,1**
Chlorure de Vinyle (CV)	mg/kg MS	0,03	22%	**0,17**	<0,03	**1,1**	<0,03	<0,03	**0,03**
autres composés									
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	0,05	13%	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,05**
Dichlorométhane	mg/kg MS	0,1	18%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	**0,1**
POLYCHLOROBYPHENYLES (PCB)									
Somme 7 PCB	mg/kg MS	0,007	29%	**1,7**	**0,37**	n.d.	**0,29**	n.d.	**0,007**

LQ : Limite de Quantification
- : Pas de valeur de comparaison
nd : Non détecté

x	Valeur supérieure aux valeurs de comparaison mais peu significative
x	Valeur supérieure aux valeurs de comparaison et considérée comme significative

Tableau 35 : Résultats analytiques des composés inorganiques

Paramètres	Unités	LQ	Incertitude	F103 (4-5)	F105 (5-5.5)	F106 (4.5-5)	F107 (0-1)	Pzair (0-1)	INDIQUASOL CELLULE 1358 horizon (0,3-0,5)m	Base de données ASPITET		
										Gamme de valeurs observées dans les sols ordinaires	Gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies	Gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies
ELEMENTS TRACES METALLIQUES (ETM)												
Arsenic	mg/kg M.S.	1	14%	2,9	8,0	22	6,3	5,9	-	1 à 25	30 à 60	60 à 284
Cadmium	mg/kg M.S.	0,1	10%	**0,26**	**0,56**	<0,10	**0,41**	**0,96**	0,219	0,05 à 0,45	0,7 à 2	2 à 46,3
Chrome	mg/kg M.S.	0,2	12%	8,9	17	52	26	34	207,175	10 à 90	90 à 150	150 à 3180
Cuivre	mg/kg M.S.	0,2	12%	33	**210**	32	**73**	**92**	40,225	2 à 20	20 à 62	65 à 160
Mercure	mg/kg M.S.	0,05	19%	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	-	0,02 à 0,1	0,15 à 2,3	-
Nickel	mg/kg M.S.	0,5	12%	11	16	54	21	30	189,75	2 à 60	60 à 130	130 à 2076
Plomb	mg/kg M.S.	0,5	12%	17	**65**	**57**	22	29	42,4	9 à 50	60 à 90	100 à 10180
Zinc	mg/kg M.S.	1	20%	66	**270**	150	83	150	176,075	10 à 100	100 à 250	250 à 11425

LQ : Limite de Quantification
- : Pas de valeur de comparaison

x	Valeur supérieure aux valeurs de comparaison

SYNTHESE DES RESULTATS ANALYTIQUES

Les résultats analytiques mettent en avant :

- **Hydrocarbures Totaux C10-C40 (HCT)** : Les échantillons F103(4-5) et F105(5-5,5) prélevés sur le terrain naturel (alluvions types graviers) présentent de fortes teneurs, avec des concentrations respectives de 1990 et 1730 mg/kg. Les fractions pétrolières majoritairement retrouvée sont de type C16-C32, caractéristiques des huiles moteurs, et sont considérées comme non volatiles.

  L'échantillon F106(4,5-5) prélevé sur le terrain naturel (tourbe) présente des concentrations inférieures au seuil de détection du laboratoire.

  Les échantillons F107(0-1) et Piézair(0-1) prélevés sur la couche superficielle de remblais présentent des teneurs significatives, avec des concentrations respectives de 548 et 680 mg/kg.

- **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)** : Les quelques concentrations observées sont considérées comme non significatives.

- **BTEX** : Les quelques concentrations observées sont considérées comme non significatives.

- **Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV)** : Les quelques concentrations observées sont considérées comme non significatives. Seule la famille des chloroéthènes (tétrachloroéthylène et du trichloroéthylène et leurs produits de dégradation) est détectée.

- **Polychlorobyphényles (PCB)** : Les quelques concentrations observées sont considérées comme non significatives, à l'exception d'un léger impact au droit des sondages F103(4-5) avec une concentration 1,7 mg/kg.

- **Eléments Traces Métalliques (ETM)** : La majorité des échantillons analysés présentent des anomalies modérées en ETM.

Les résultats analytiques montrent que le terrain naturel sous-jacent au massif de déchets est fortement impacté en hydrocarbures. On note que les matériaux plus perméables comme les graviers sont plus impactés que les matériaux moins perméables tels que la tourbe.

La couche superficielle de remblais surmontant le massif de déchets présente également des teneurs significatives en hydrocarbures.

De légères anomalies en métaux sont observées sur le terrain naturel et la couche superficielle de remblais.

11 MISSION A200 – INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LES SOLS REALISEES EN JANVIER 2018

11.1 OBJECTIFS

Les investigations complémentaires mises en œuvre sur le milieu sol ont pour but :

- **de caractériser les constats d'irisations observés sur la berge de l'Arve, au niveau du secteur aval de la décharge ;**
- **de connaître la présence ou l'absence de déchets au droit de deux secteurs localisés de part et d'autre du pont (côté rive gauche de l'Arve), pour les besoins d'une étude portant sur la stabilité du pont des Chartreux.**

11.2 DÉMARCHES PRÉALABLES À L'INTERVENTION

Cf. paragraphe 9.2.

11.3 NATURE DES INVESTIGATIONS

Les travaux de reconnaissance des sols du site se sont déroulés le 17/01/2018. Les travaux ont été supervisés en intégralité par un ingénieur de DEKRA, spécialisé dans le domaine des sites et sols pollués.

Ils ont consisté en la réalisation :

- de 2 fouilles à l'aide d'un tractopelle mis à disposition par la Mairie de Marnaz (profondeur maximale de 2,8 m) ;
- d'un prélèvement manuel de sol (profondeur maximale de 0,3 m) au droit des constats d'irisations mis en évidence sur la berge de l'Arve, au niveau du secteur aval de la décharge.

La stratégie d'investigation est présentée ci-après.

Tableau 36 : Sstratégie d'investigation du milieu sol

Objectifs	Zones	Moyens d'investigations	Echantillonnage et analyse
Préciser la présence ou non de déchets	2 secteurs de part et d'autre du pont (côté rive gauche), pour l'étude de stabilité du pont des Chartreux)	Tractopelle (profondeur maximale de 2,8 m)	Non
Evaluation environnementale des milieux	Constats d'irisations mis en évidence sur la berge de l'Arve, au niveau du secteur aval de la décharge	Prélèvement manuel (profondeur maximale de 0,3 m)	Oui

11.4 LOCALISATION DES INVESTIGATIONS

La localisation des fouilles prédéfinies par GEOLITHE et du prélèvement manuel de sol au droit des constats d'irisations mis en évidence sur la berge de l'Arve est présentée ci-dessous.

DEKRA	Ancienne décharge des Valignons – SIVOM de Cluses		
	Figure 56 : Localisation des fouilles prédéfinies par GEOLITHE et du prélèvement sur la berge de l'Arve (constats d'irisations)	Référence :	2764094
		Source :	Géoportail
		Échelle :	Cf. figure

Les coordonnées géographiques des sondages de sol sont fournies dans le tableau ci-dessous. Les points de sondages ont été repères par DEKRA via le réseau satellite (précision de 5 m environ).

Tableau 37 : Coordonnées géographiques des sondages

	COORDONNEES LAMBERT 93		
	X (m)	**Y (m)**	**Z (m NGF)**
F1	972 421	6 558 851	~465
F2	972 451	6 558 871	~465
Irisations berge	972 321	6 558 819	~461

11.5 OBSERVATIONS LORS DE LA RÉALISATION DES SONDAGES

11.5.1 NATURE DES TERRAINS

Pour chaque sondage une coupe descriptive a été réalisée (voir en **annexe 7**).

Les fouilles ont atteint une profondeur maximale de 2,8 m. On observe :

- des remblais sablo-graveleux avec passages limoneux gris foncé avec galets jusqu'à 2,8 m. des blocs rocheux importants ont été mis en évidence au droit de F2 ;
- des sables grossiers marron à gris avec galets (alluvions de l'Arve) à partir de 1,7 m pour F1.

Il est à noter la présence d'une canalisation PVC (réseau EP ou EU ?) vers 2,2 m de profondeur pour F1. Celle-ci est non référencée dans les DICT. Lors de notre intervention, celle-ci a été détériorée.

Fouille F1

Fouille F2

Figure 57 : Photographies des fouilles F1 et F2

Pour le prélèvement de sol réalisé au droit des constats d'irisations mis en évidence sur une berge de l'Arve (secteur aval), la lithologie correspond à un limon induré couleur rouille en surface (premiers centimètres) puis marron clair jusqu'à 30 cm.

Figure 58 : Constats d'irisations mis en évidence sur une berge de l'Arve

11.5.2 CONSTATS ORGANOLEPTIQUES DE TERRAIN

Aucun constat organoleptique n'a été relevé, ni de détection de composés volatils au PID (Photo-ionisateur détecteur).

Aucune arrivée d'eau n'est survenue au cours des fouilles, à l'exception des eaux pluviales ou usées de la canalisation PVC endommagée dans la fouille 1. Pour le prélèvement réalisé sur la berge, on observe des petites résurgences d'eau.

11.6 STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS

Cf. paragraphe 9.8.

11.7 CONDITIONNEMENT ET CONSERVATION DES ÉCHANTILLONS

Cf. paragraphe 9.9.

11.8 PROGRAMME ANALYTIQUE RÉALISÉ SUR LE MILIEU SOL

Un échantillon a fait l'objet d'analyses, en sous-traitance de DEKRA, par le laboratoire ALCONTROL qui possède les agréments du ministère en charge de l'Environnement (accréditation RVA reconnue par le COFRAC pour l'analyse des matrices solides).

Le choix des paramètres a été réalisé en adéquation avec les précédentes études et les polluants mis en évidence. Les normes analytiques ainsi que les limites de quantifications du laboratoire sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 38 : Présentation des normes analytiques sur le milieu sol

PARAMETRES	NORMES ANALYTIQUES
Hydrocarbures totaux non volatils (HCT C10-C40)	ISO 16703 GC/FID
Métaux (Arsenic, Cadmium, Chrome, Cuivre, Mercure, Nickel, Plomb, Fer et Zinc)	NF EN ISO 11 885 (NF EN ISO 17852 pour le mercure)
COHV (Composés Organiques Halogénés Volatils) 15 composés	NF EN ISO 9562
HAP (Hydrocarbures Aliphatiques Polycyclique) 16 composés	NFX 33-012
BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes)	Méthode interne, Headspace GCMS
PCB Polychlorobyphényles 7 composés	Méthode interne, Headspace GCMS

11.9 CHOIX DES VALEURS DE RÉFÉRENCE

Cf. paragraphe 9.11.

11.10 RÉSULTATS DES ANALYSES

Les tableaux en pages suivantes présentent les concentrations mesurées dans les sols en comparaison aux valeurs précitées.

Les bordereaux d'analyses du laboratoire sont en **annexe 8**.

Tableau 39 : Résultats analytiques des composés organiques

		Prélèvement berge	Valeur de comparaison
Paramètres	Unités		
Matière sèche		37,2	-
HYDROCARBURES TOTAUX (HCT)			
fraction C10-C12	mg/kg M.S.	<7	**LQ**
fraction C12-C16	mg/kg M.S.	<13	**LQ**
fraction C16-C21	mg/kg M.S.	<26	**LQ**
fraction C21-C35	mg/kg M.S.	**53**	**LQ**
fraction C35-C40	mg/kg M.S.	<23	**LQ**
hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg M.S.	**69**	**LQ**
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)			
Naphtalène	mg/kg M.S.	<0.01	**LQ**
Acénaphtylène	mg/kg M.S.	<0.02	**LQ**
Acénaphtène	mg/kg M.S.	<0.01	**LQ**
Fluorène	mg/kg M.S.	**0,01**	**LQ**
Phénanthrène	mg/kg M.S.	**0,02**	**LQ**
Anthracène	mg/kg M.S.	<0.02	**LQ**
Fluoranthène	mg/kg M.S.	**0,02**	**0,2 - 166**
Pyrène	mg/kg M.S.	**0,02**	**0,15 - 147**
Benzo(a)anthracène	mg/kg M.S.	<0.01	**0,17 - 5,9**
Chrysène	mg/kg M.S.	<0.02	**0,25 - 0,64**
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	<0.02	**15 - 62**
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	<0.02	**0,3 - 26**
Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	<0.02	**0,16 - 0,22**
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	<0.02	**LQ**
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg M.S.	<0.01	**0,9 - 47**
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg M.S.	<0.02	**8 - 61**
Somme des HAP	mg/kg M.S.	<0.27	**LQ**
COMPOSES MONO-AROMATIQUES VOLATILS (BTEX)			
benzène	mg/kg M.S.	**0,04**	**LQ**
toluène	mg/kg M.S.	<0.04	**LQ**
éthylbenzène	mg/kg M.S.	<0.03	**LQ**
orthoxylène	mg/kg M.S.	<0.04	**LQ**
para- et métaxylène	mg/kg M.S.	**0,02**	**LQ**
xylènes	mg/kg M.S.	<0.06	**LQ**
BTEX total	mg/kg M.S.	<0.15	**LQ**
COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS (COHV)			
tétrachloroéthylène	mg/kg M.S.	<0.08	**LQ**
trichloroéthylène	mg/kg M.S.	**0,1**	**LQ**
1,1-dichloroéthène	mg/kg M.S.	<0.05	**LQ**
cis-1,2-dichloroéthène	mg/kg M.S.	**2,2**	**LQ**
trans-1,2-dichloroéthylène	mg/kg M.S.	<0.05	**LQ**
chlorure de vinyle	mg/kg M.S.	<0.07	**LQ**
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg M.S.	<0.05	**LQ**
1,2-dichloroéthane	mg/kg M.S.	<0.05	**LQ**
tétrachlorométhane	mg/kg M.S.	<0.05	**LQ**
chloroforme	mg/kg M.S.	<0.05	**LQ**
dichlorométhane	mg/kg M.S.	<0.08	**LQ**
1,2-dichloropropane	mg/kg M.S.	<0.04	**LQ**
trans-1,3-dichloropropène	mg/kg M.S.	<0.04	**LQ**
cis-1,3-dichloropropène	mg/kg M.S.	<0.02	**LQ**
bromoforme	mg/kg M.S.	<0.02	**LQ**
hexachlorobutadiène	mg/kg M.S.	<0.04	**LQ**
POLYCHLOROBYPHENYLES (PCB)			
PCB 28	µg/kg M.S.	**6,9**	**LQ**
PCB 52	µg/kg M.S.	**5,0**	**LQ**
PCB 101	µg/kg M.S.	**2,0**	**LQ**
PCB 118	µg/kg M.S.	<1.6	**LQ**
PCB 138	µg/kg M.S.	<2.2	**LQ**
PCB 153	µg/kg M.S.	<1.4	**LQ**
PCB 180	µg/kg M.S.	<1.9	**LQ**
PCB totaux (7)	µg/kg M.S.	**14,0**	**LQ**

LQ : Limite de Quantification
- : Pas de valeur de comparaison
X Valeur significative d'un risque environnemental et/ou sanitaire
X Valeur supérieure à la LQ

Tableau 40 : Résultats analytiques des composés inorganiques

				Base de données ASPITET		
		Prélèvement berge	INDIQUASOL CELLULE 1358 horizon (0,3-0,5)m	Gamme de valeurs observées dans les sols ordinaires	Gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles	Gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles
Paramètres	Unités					
METAUX						
arsenic	mg/kg M.S.	33,0	-	1 à 25	30 à 60	60 à 284
cadmium	mg/kg M.S.	**0,3**	0,219	0,05 à 0,45	0,7 à 2	2 à 46,3
chrome	mg/kg M.S.	22,0	207,17	10 à 90	90 à 150	150 à 3180
cuivre	mg/kg M.S.	22,0	40,22	2 à 20	20 à 62	65 à 160
mercure	mg/kg M.S.	0,1	-	0,02 à 0,1	0,15 à 2,3	-
plomb	mg/kg M.S.	31,0	189,75	9 à 50	60 à 90	100 à 10180
nickel	mg/kg M.S.	31,0	42,4	2 à 60	60 à 130	130 à 2076
zinc	mg/kg M.S.	100	176,07	10 à 100	100 à 250	250 à 11425

- : Pas de valeur de comparaison
X Valeur supérieur aux valeurs de comparaison

11.11 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Les résultats analytiques mettent en avant :

- **Hydrocarbures totaux C10-C40 (HCT) :**

On observe une concentration en HCT C10-C40 proche de la limite de quantification du laboratoire (69 mg/kg).

- **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) :**

La concentration pour la somme des HAP est inférieure à la limite de quantification du laboratoire.

- **Composés Mono-Aromatiques Volatils (BTEX) :**

La concentration pour la somme des BTEX est inférieure à la limite de quantification du laboratoire.

- **Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV) :**

L'ensemble des COHV est inférieur aux seuils de quantification du laboratoire à l'exception :

  - d'une anomalie modérée en cis-1,2-dichloroéthène (2,2 mg/kg) ;
  - de traces en trichloroéthylène (0,1 mg/kg).

- **Polychlorobyphényles (PCB) :**

On observe une concentration pour la somme des PCB proche de la limite de quantification du laboratoire (14 µg/kg).

- **Eléments Traces Métalliques (ETM) :**

L'ensemble des concentrations présente des teneurs en métaux dans les gammes de valeurs du fond géochimique local.

11.12 SYNTHESE

Aucun impact n'a été mis en évidence dans le milieu sol au droit des constats d'irisations sur la berge de l'Arve, à l'exception d'une anomalie modérée en cis-1,2-dichloroéthène. Celle-ci est à mettre en relation avec les anomalies en COHV mises en évidence dans le massif de déchets, situé à proximité immédiate des berges.

Les irisations observées sur la berge de l'Arve ne sont pas induites par les hydrocarbures (fer oxydé ?).

12 MISSION A200 – INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LES SOLS REALISEES EN OCTOBRE 2018

12.1 OBJECTIFS

Les investigations complémentaires mises en œuvre sur le milieu sol ont pour but :

- **de définir précisément l'emprise du massif de déchets sur le secteur aval (sur site) ;**
- **de caractériser le milieu sol au droit du transformateur électrique présent sur le secteur aval (présence possible de PCB) ;**
- **d'évaluer la présence ou non de dioxines, furanes et PCB-DL sur le secteur amont.**

12.2 DÉMARCHES PRÉALABLES À L'INTERVENTION

Cf. paragraphe 9.2.

12.3 NATURE DES INVESTIGATIONS

Les travaux de reconnaissance des sols du site se sont déroulés les 04/10/2018 et 07/11/2018. Les travaux ont été supervisés en intégralité par un ingénieur de DEKRA, spécialisé dans le domaine des sites et sols pollués.

Ils ont consisté en la réalisation :

- de 5 fouilles à l'aide d'un tractopelle mis à disposition par la Mairie de Marnaz (profondeur maximale de 2,8 m) sur le secteur aval ;
- de 3 fouilles à l'aide d'un tractopelle (profondeur maximale de 2,3 m) sur le secteur aval ;
- d'un prélèvement manuel de sol (profondeur de 0,7 m) à l'aide d'une tarière manuelle au droit du transformateur électrique présent sur le secteur aval.

La stratégie d'investigation est présentée ci-après.

Tableau 41 : Sstratégie d'investigation du milieu sol (sur site)

Objectifs	Zones	Moyens d'investigations
Définir précisément l'emprise du massif de déchets sur le secteur aval (sur site)	A proximité des entreprises BOURQUI, PRECIS FORMES et CAROSSERIE DE l'ARVE	Tractopelle (profondeur maximale de 2,8 m)
Caractériser le milieu sol au droit du transformateur électrique présent sur le secteur aval		Prélèvement manuel à l'aide d'une tarière (profondeur 0,7 m)
Evaluer la présence ou non de dioxines, furanes et PCB-DL sur le secteur amont	Secteur amont. Au droit des zones où des remblais (matériaux de terrassement) ont été observés précédemment. Au droit des zones remaniées observées sur les photographies aériennes historiques.	Tractopelle (profondeur maximale de 2,3 m)

12.4 LOCALISATION DES INVESTIGATIONS

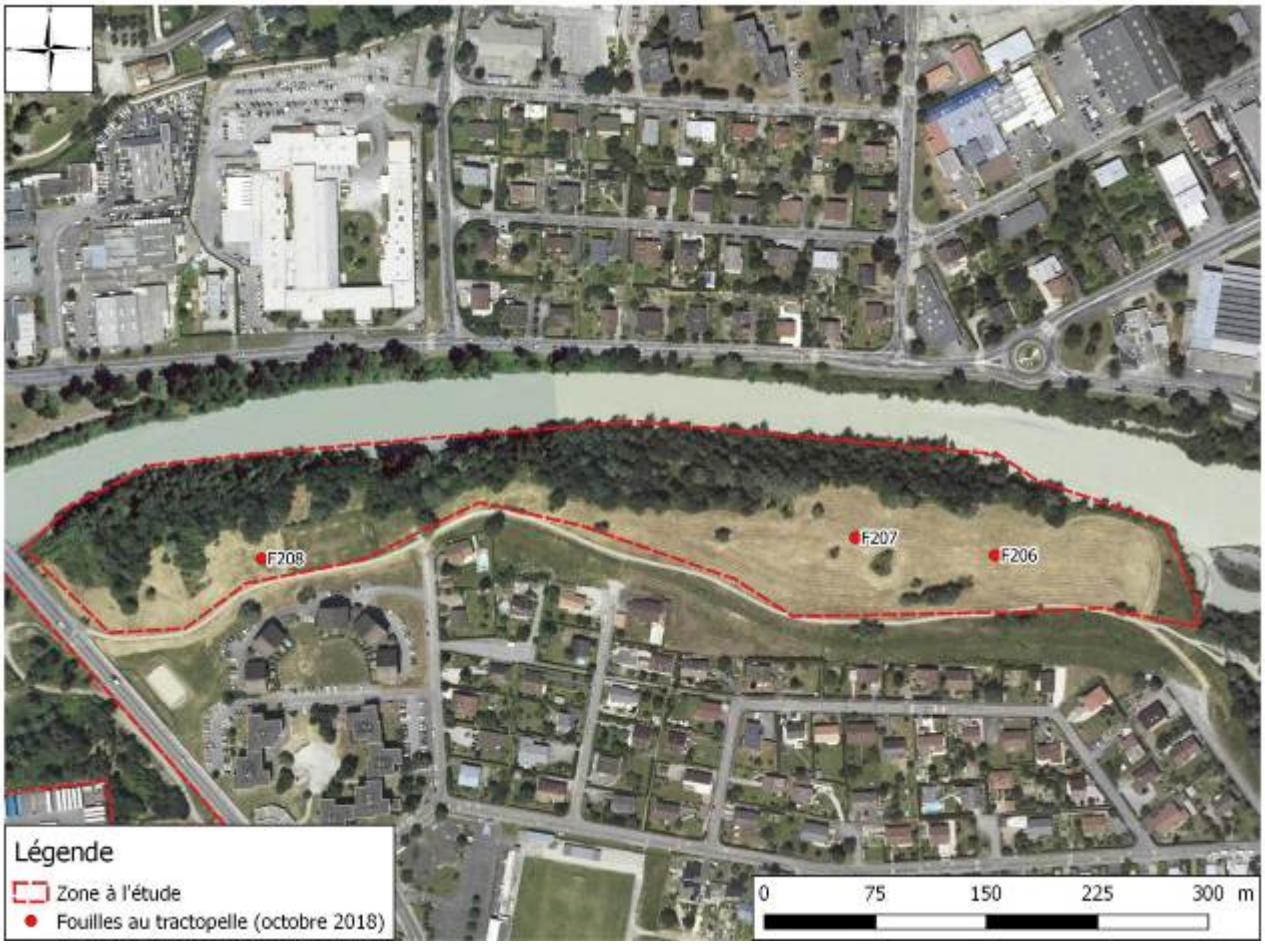
Les coordonnées géographiques des sondages de sol sont fournies dans le tableau ci-dessous. Les points de sondages ont été repères par DEKRA via le GPS GARMIN ETREX (précision de 3 m environ).

Tableau 42 : Coordonnées géographiques des sondages

	Coordonnees Lambert 93		
	X (m)	**Y (m)**	**Z (m NGF)**
F200	972 101	6 558 582	~466
F201	972 064	6 558 593	~466
F202	972 031	6 558 595	~466
F203	972 018	6 558 608	~466
F204	972 102	6 558 605	~466
F206	973 095	6 558 877	~466
F207	973 000	6 558 889	~466
F208	972 601	6 558 873	~465
Transformateur	972 266	6 558 592	~465

La localisation des fouilles et du prélèvement manuel de sol est présentée ci-dessous.

DEKRA	Ancienne décharge des Valignons – SIVOM de Cluses		
	Figure 59 : Localisation des fouilles et du prélèvement manuel sur le secteur aval	Référence :	52764094
		Source :	Géoportail
		Échelle :	Cf. figure



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons – SIVOM de Cluses		
	Figure 60 : Localisation des fouilles sur le secteur amont	Référence :	52764094
		Source :	Géoportail
		Échelle :	Cf. figure

12.5 OBSERVATIONS LORS DE LA RÉALISATION DES SONDAGES

12.5.1 NATURE DES TERRAINS

Pour le secteur aval, les fouilles ont atteint une profondeur maximale de 2,8 m. On observe :

- des remblais sablo-graveleux gris à marron avec blocs de béton, ferrailles, briques et galets jusqu'à 2,8 m ;
- des sables et limons gris avec galets à partir de 2 m (terrain naturel).

Pour le secteur amont, les fouilles ont atteint une profondeur maximale de 2,8 m. On observe :

- des remblais sablo-graveleux gris à marron avec blocs de béton, ferrailles, quelques plastiques, briques et galets jusqu'à 2,3 m ;
- des sables et limons gris avec galets à partir de 1,3 m (terrain naturel).

Pour chaque sondage une coupe descriptive a été réalisée (voir en **annexe 9**).

Fouille F206

Fouille F207

Figure 61 : Photographies des fouilles F206 et F207

Pour le prélèvement de sol réalisé au droit des constats d'irisations mis en évidence sur une berge de l'Arve (secteur aval), la lithologie correspond à un limon induré couleur rouille en surface (premiers centimètres) puis marron clair jusqu'à 30 cm.

12.5.2 CONSTATS ORGANOLEPTIQUES DE TERRAIN

Aucune détection de composés volatils au PID (Photo-Ionisateur Détecteur) n'a été relevée au niveau de l'ensemble des sondages. Aucune venue d'eau n'a été enregistrée lors des forages.

De nombreux déchets de déconstruction ont été observés au droit de la fouille F207 (blocs de béton, ferrailles et briques) jusqu' à 2,3 m de profondeur.

12.6 STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS

Cf. paragraphe 9.8.

12.7 CONDITIONNEMENT ET CONSERVATION DES ÉCHANTILLONS

Cf. paragraphe 9.9.

12.8 PROGRAMME ANALYTIQUE RÉALISÉ SUR LE MILIEU SOL

Neuf échantillons ont fait l'objet d'analyses, en sous-traitance de DEKRA, par le laboratoire SYNLAB qui possède les agréments du ministère en charge de l'Environnement (accréditation RVA reconnue COFRAC pour l'analyse des matrices solides).

Le choix des paramètres a été réalisé en adéquation avec les précédentes études et les polluants mis en évidence, ainsi que les demandes formulées par l'administration.

Tableau 43 : Programme analytique sur le milieu sol

SONDAGE	TRANCHE ANALYSEE	PARAMETRES RECHERCHES							
		HCT C10-C40	BTEX	HAP	8 métaux lourds	COHV	PCB	ISDI	Dioxines/Furanes et PCB-DL
F200	1 - 2 m	X	X	X	X	X	X		
F201	1 - 2 m	X	X	X	X	X	X		
F201	0 - 2 m							x	
F202	1 - 2 m	X	X	X	X	X	X		
F203	0 - 2 m							X	
Transfo	0 – 0,7 m						X		
F206	0 ,5 – 1 ,5 m								X
F207	0 ,3 – 1 ,3 m								X
F208	0 ,3 – 1 ,3 m								X

Les normes analytiques ainsi que les limites de quantifications du laboratoire sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 44 : Présentation des normes analytiques sur le milieu sol

PARAMETRES	NORMES ANALYTIQUES
Hydrocarbures totaux non volatils (HCT C10-C40)	ISO 16703 GC/FID
Métaux (Arsenic, Cadmium, Chrome, Cuivre, Mercure, Nickel, Plomb, Fer et Zinc)	NF EN ISO 11 885 (NF EN ISO 17852 pour le mercure)
COHV (Composés Organiques Halogénés Volatils) 15 composés	NF EN ISO 9562
HAP (Hydrocarbures Aliphatiques Polycyclique) 16 composés	NFX 33-012
BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes)	Méthode interne, Headspace GCMS
PCB Polychlorobyphényles 7 composés	Méthode interne, Headspace GCMS

Tableau 45 : Présentation des limites et des normes des packs ISDI

Analyses	Normes analytiques	Limite de quantification
Pack ISDI (Installation de Stockage de Déchets Inertes selon l'arrêté du 12/12/14)	Partie brut : Matières sèches, pH eau, COT, BTEX, PCB (7 réglementaires), HCT-GC, HAP (16 composés) Partie lixiviation : Matières sèches, Lixiviation 1x24 heures (pH + Conductivité inclus), analyse sur éluat (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Hg, Fluorures, Indice phénol, COT, Fraction soluble) Conforme NEN-ISO 17852,Conforme a NEN-EN-ISO 14402,Conforme à NEN 6966,Conforme à NEN-EN 12457-2, conforme CMA 2/II/A.19,Conforme à NEN-EN 13137,Conforme à NEN-EN 1484,Conforme à NEN-EN 15216.,Conforme à NEN-EN-IS0 10304-1,Conforme à NEN-ISO 10390,Equivalent à NEN-ISO 11465,Méthode interne (acétone-hexane extraction, le nettoyage, l'analyse par GC-FID),Méthode interne, Headspace GCMS,Méthode interne, extraction acétone-hexane, analyse par GC-MS,Méthode interne, extraction acétone/hexane, analyse GCMS,équivalent à NEN-EN-ISO 16703	

12.9 CHOIX DES VALEURS DE RÉFÉRENCE

Cf. paragraphe 9.11.

12.10 RÉSULTATS DES ANALYSES

Les tableaux en pages suivantes présentent les concentrations mesurées dans les sols en comparaison aux valeurs précitées.

Les bordereaux d'analyses du laboratoire sont en **annexe 10**.

Tableau 46 : Résultats analytiques des composés organiques

		F200(1-2)	F201(1-2)	F201(1-2)	Transfo	Valeur de comparaison
Paramètres	Unités					
Matière sèche	% massique	86,9	85,5	85,5	92	-
HYDROCARBURES TOTAUX (HCT)						
fraction C10-C12	mg/kg M.S.	<5	<6	<6		**LQ**
fraction C12-C16	mg/kg M.S.	<10	<12	<12		**LQ**
fraction C16-C21	mg/kg M.S.	**21**	<23	<23	na	**LQ**
fraction C21-C35	mg/kg M.S.	**200**	**66**	**66**		**LQ**
fraction C35-C40	mg/kg M.S.	**31**	<20	<20		**LQ**
hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg M.S.	**270**	**95**	**95**		**LQ**
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)						
Naphtalène	mg/kg M.S.	<0.01	**0,04**	**0,04**		**LQ**
Acénaphtylène	mg/kg M.S.	<0.01	**0,03**	**0,03**		**LQ**
Acénaphtène	mg/kg M.S.	<0.01	**0,03**	**0,03**		**LQ**
Fluorène	mg/kg M.S.	<0.01	**0,06**	**0,06**		**LQ**
Phénanthrène	mg/kg M.S.	**0,04**	**0,21**	**0,21**		**LQ**
Anthracène	mg/kg M.S.	<0.01	**0,05**	**0,05**		**LQ**
Fluoranthène	mg/kg M.S.	0,03	0,33	0,33		**0,2 - 166**
Pyrène	mg/kg M.S.	0,03	0,27	0,27		**0,15 - 147**
Benzo(a)anthracène	mg/kg M.S.	0,02	0,18	0,18	na	**0,17 - 5,9**
Chrysène	mg/kg M.S.	**0,03**	**0,17**	**0,17**		**0,25 - 0,64**
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	0,02	0,16	0,16		**15 - 62**
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	<0.02	0,08	0,08		**0,3 - 26**
Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	0,02	0,17	0,17		**0,16 - 0,22**
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	<0.01	**0,03**	**0,03**		**LQ**
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg M.S.	0,02	0,12	0,12		**0,9 - 47**
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg M.S.	<0.02	0,11	0,11		**8 - 61**
Somme des HAP	mg/kg M.S.	**0,22**	**2**	**2**		**LQ**
COMPOSES MONO-AROMATIQUES VOLATILS (BTEX)						
benzène	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02		**LQ**
toluène	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02		**LQ**
éthylbenzène	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02		**LQ**
orthoxylène	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02	na	**LQ**
para- et métaxylène	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02		**LQ**
xylènes	mg/kg M.S.	<0.04	<0.04	<0.04		**LQ**
BTEX total	mg/kg M.S.	<0.10	<0.10	<0.10		**LQ**
COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS (COHV)						
tétrachloroéthylène	mg/kg M.S.	**0,12**	<0.02	<0.02		**LQ**
trichloroéthylène	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02		**LQ**
1,1-dichloroéthène	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02		**LQ**
cis-1,2-dichloroéthène	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02		**LQ**
trans-1,2-dichloroéthylène	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02		**LQ**
chlorure de vinyle	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02		**LQ**
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02		**LQ**
1,2-dichloroéthane	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02		**LQ**
tétrachlorométhane	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02	na	**LQ**
chloroforme	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02		**LQ**
dichlorométhane	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02		**LQ**
1,2-dichloropropane	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02		**LQ**
trans-1,3-dichloropropène	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02		**LQ**
cis-1,3-dichloropropène	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02		**LQ**
bromoforme	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02		**LQ**
hexachlorobutadiène	mg/kg M.S.	<0.02	<0.02	<0.02		**LQ**
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)						
PCB 28	µg/kg M.S.	<1.5	<1.7	<1.7	<1.6	**LQ**
PCB 52	µg/kg M.S.	<1	**3,8**	**3,8**	**1,3**	**LQ**
PCB 101	µg/kg M.S.	<1.3	**9,7**	**9,7**	**2,4**	**LQ**
PCB 118	µg/kg M.S.	<1.3	**2,6**	**2,6**	**3,1**	**LQ**
PCB 138	µg/kg M.S.	<1.7	**18**	**18**	**5,6**	**LQ**
PCB 153	µg/kg M.S.	<1.1	**16**	**16**	**6,4**	**LQ**
PCB 180	µg/kg M.S.	<1.5	**10**	**10**	**4,6**	**LQ**
PCB totaux (7)	µg/kg M.S.	<9.4	**60**	**60**	**23**	**LQ**

LQ : Limite de Quantification
- : Pas de valeur de comparaison
na : Non analysé

X — Valeur significative d'un risque envronnemental et/ou sanitaire
X — Valeur supérieure à la valeur de référence (LQ)

Tableau 47 : Résultats analytiques des tests ISDI

		F203(0-2)	F201(0-2)	Seuil d'acceptation en ISDI (Arrêté du 12/12/2014)
Paramètres	Unités			
Matière sèche	% massique	89.1	85.6	-
COT				
COT	mg/kg M.S.	**15 000**	**14 000**	**30000 ****
HYDROCARBURES TOTAUX				
fraction C10-C12	mg/kg MS	<5	<5	-
fraction C12-C16	mg/kg MS	<11	<11	-
fraction C12-C16	mg/kg MS	<21	<21	-
fraction C16 - C21	mg/kg MS	21	41	-
fraction C21 - C40	mg/kg MS	<18	<18	-
hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	**31**	**59**	**500**
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES				
naphtalène	mg/kg MS	<0.01	0.03	-
acénaphtylène	mg/kg MS	<0.01	0.03	-
acénaphtène	mg/kg MS	<0.01	0.11	-
fluorène	mg/kg MS	<0.01	0.10	-
phénanthrène	mg/kg MS	0.05	0.87	-
anthracène	mg/kg MS	<0.01	0.18	-
fluoranthène	mg/kg MS	0.07	1.2	-
pyrène	mg/kg MS	0.06	0.94	-
benzo(a)anthracène	mg/kg MS	0.03	0.55	-
chrysène	mg/kg MS	0.03	0.45	-
benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	0.04	0.45	-
benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	0.02	0.23	-
benzo(a)pyrène	mg/kg MS	0.03	0.50	-
dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	<0.01	0.09	-
benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS	0.03	0.33	-
indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	0.02	0.33	-
Somme des HAP (16)	mg/kg MS	**0.38**	**6.4**	**50**
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS				
benzène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	-
toluène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	-
éthylbenzène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	-
orthoxylène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	-
para- et métaxylène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	-
xylènes	mg/kg MS	<0.04	<0.04	-
BTEX total	mg/kg MS	<0.10	<0.10	**6**
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)				
PCB 28	µg/kg MS	<1.5	<1.5	-
PCB 52	µg/kg MS	<1	1.9	-
PCB 101	µg/kg MS	<1.3	3.2	-
PCB 118	µg/kg MS	<1.3	2.7	-
PCB 138	µg/kg MS	<1.7	5.2	-
PCB 153	µg/kg MS	<1.1	5.4	-
PCB 180	µg/kg MS	<1.5	3.7	-
PCB totaux (*7)	µg/kg MS	<9.4	**22**	**1000**
ELEMENTS TRACES METALLIQUES (ETM) APRES LIXIVIATION				
antimoine	mg/kg MS	<0.039	**0.079**	**0.06**
arsenic	mg/kg MS	<0.05	<0.05	**0.5**
baryum	mg/kg MS	**0.11**	**0.41**	**20**
cadmium	mg/kg MS	<0.004	<0.004	**0.04**
chrome	mg/kg MS	**0.014**	<0.01	**0.5**
cuivre	mg/kg MS	**0.057**	**0.52**	**2**
mercure	mg/kg MS	<0.0005	<0.0005	**0.01**
plomb	mg/kg MS	<0.1	<0.1	**0.5**
molybdène	mg/kg MS	**0.065**	**0.20**	**0.5**
nickel	mg/kg MS	<0.1	<0.1	**0.4**
sélénium	mg/kg MS	<0.039	<0.039	**0.1**
zinc	mg/kg MS	<0.2	<0.2	**4**
ANALYSES SUR ELUATS				
fluorures sur éluat	mg/kg MS	**5.3**	**4.2**	**10**
Fraction soluble ****	mg/kg MS	**1180**	**1600**	**4000**
phénol (indice)	mg/kg MS	<0.1	<0.1	**1**
Chlorure sur éluat ****	mg/kg MS	<10	**31**	**800**
Sulfate sur éluat ****	mg/kg MS	**204**	**617**	**1000 ****
COT sur éluat ***	mg/kg MS	**39**	**34**	**500**

'- : Pas de valeur de comparaison

X — Valeur supérieure au seuil d'acceptation en ISDI (AM 12/12/14)

X — Valeur supéValeur supérieure à la LQ

Tableau 48 : Résultats analytiques des composés inorganiques

						Base de données ASPITET		
		F200(1-2)	F201(1-2)	F202(1-2)	INDIQUASOL CELLULE 1358 horizon (0,3-0,5)m	Gamme de valeurs observées dans les sols ordinaires	Gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées	Gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles
Paramètres	Unités	86,9	85,5	82,9				
METAUX								
arsenic	mg/kg M.S.	**9**	**8,3**	**8,6**	-	1 à 25	30 à 60	60 à 284
cadmium	mg/kg M.S.	**0,2**	**0,4**	**0,4**	0,219	0,05 à 0,45	0,7 à 2	2 à 46,3
chrome	mg/kg M.S.	**27**	**30**	**26**	207,175	10 à 90	90 à 150	150 à 3180
cuivre	mg/kg M.S.	**24**	**1100**	**53**	40,225	2 à 20	20 à 62	65 à 160
mercure	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	-	0,02 à 0,1	0,15 à 2,3	-
plomb	mg/kg M.S.	**14**	**130**	**22**	189,75	9 à 50	60 à 90	100 à 10180
nickel	mg/kg M.S.	**34**	**39**	**36**	42,4	2 à 60	60 à 130	130 à 2076
zinc	mg/kg M.S.	**57**	**510**	**110**	176,075	10 à 100	100 à 250	250 à 11425

- : Pas de valeur de comparaison

X Valeur supérieure aux concentrations INDIQUASOL

Tableau 49 : Résultats analytiques des dioxines/furanes et PSB-DL

					Valeurs d'équivalent toxique			Somme des 17 congenères (BRGM)
		F206(0,5-1,5)	F207(0,3-1,3)	F208(0,3-1,3)	Bruit de fond anthropique dans les zones rurales (toutes anciennetés) et urbaines (n'ayant pas connues le fonctionnement d'un incinérateur au-delà des 10 dernières années) BRGM	Bruit de fond anthropique dans les zones urbaines/ industrielles (ayant connues le fonctionnement d'un incinérateur au-delà des 10 dernières années) BRGM	Recommandation Allemande (TA-Luft)	Bruit de fond anthropique dans toutes installations et environnements confondus à partir de 342 sols
Paramètres	Unités							
Matière sèche	% massique	86,9	90,7	81,3	-	-	-	-
DIOXINES ET FURANES								
Somme des 17 congenères	ng/kg M.S.	**1694,6<x<1705,6**	**130,5<x<160,5**	**24<x<78**	**-**	**-**	**-**	**684**
WHO 2005-PCDD/F-TEQ - limite inférieur	ng/kg M.S.	**16**	**1**	**0**	**3,2**	**20,8**	**40**	**-**
WHO 2005-PCDD/F-TEQ - limite supérieu	ng/kg M.S.	**18**	**6,7**	**6,4**	**-**	**-**		**-**
PCB-DL								
WHO 2005-PCB-TEQ - limite inférieure	ng/kg M.S.	**1,8**	**0,1**	**0**	**-**	**-**	**-**	**-**
WHO 2005-PCB-TEQ - limite supérieure	ng/kg M.S.	**15**	**13**	**13**	**-**	**-**	**-**	**-**

LQ : Limite de Quantification
- : Pas de valeur de comparaison
na: Non analysé

X Bruit de fond anthropique dans les zones rurales (toutes anciennetés) et urbaines (n'ayant pas connues le fonctionnement d'un incinérateur au-delà des 10 dernières années) (BRGM)

X Bruit de fond anthropique dans les zones urbaines/ industrielles (ayant connues le fonctionnement d'un incinérateur au-delà des 10 dernières années) (BRGM)

X Teneur supérieure à la recommandation Allemande

X Bruit de fond anthropique dans toutes installations et environnements confondus à partir de 342 sols

X Valeur supérieure à la valeur de référence (LQ)

12.11 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Les résultats analytiques mettent en avant :

- **Hydrocarbures totaux C10-C40 (HCT) :**

On observe de faibles concentrations en HCT C10-C40. Celles-ci sont comprises entre 31 et 270 mg/kg.

- **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) :**

On observe de faibles concentrations pour la somme des HAP. Celles-ci sont comprises entre 0,28 et 6,4 mg/kg.

- **Composés Mono-Aromatiques Volatils (BTEX) :**

Les concentrations pour la somme des BTEX sont inférieures à la limite de quantification du laboratoire.

- **Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV) :**

L'ensemble des COHV est inférieur aux seuils de quantification du laboratoire à l'exception de traces en tétrachloroéthylène (0,12 mg/kg) au droit de l'échantillon F200(1-2).

- **Polychlorobyphényles (PCB) :**

On observe de faibles concentrations pour les PCB. Celles-ci sont comprises entre 23 et 60 µg/kg.

- **Eléments Traces Métalliques (ETM) :**

L'ensemble des concentrations présente des teneurs en métaux dans les gammes de valeurs du fond géochimique local, à l'exception d'anomalies modérées en cuivre (1 100 mg/kg) et en zinc (510 mg/kg) au droit de F201(1-2).

- **Dioxines, furanes et PCB-DL :**

On note la présence de traces en dioxines, furanes et PCB-DL au droit des échantillons F207(0,3-1,3) et F208(0,3-1,3). Pour les dioxines et furanes, la somme des 17 congénères est inférieure au bruit de fond anthropique dans toutes installations et environnements confondus (BRGM).

On note la présence de traces en PCB-DL et des anomalies plus marquées en dioxines et furanes au droit de l'échantillon F206(0,5-1,5), avec une concentration pour la somme des 17 congénères de l'ordre de 1 700 ng/kg. Cette concentration est 2,5 fois plus élevée que la valeur du bruit de fond anthropique dans toutes installations et environnements confondus (684 ng/kg).
La valeur d'équivalent toxique (WHO 2005-PCDD/F-TEQ) est de 18 ng/kg (limite supérieure). Celle-ci est supérieure à la valeur du bruit de fond anthropique dans les zones rurales et urbaines n'ayant pas connues le fonctionnement d'un incinérateur au-delà des 10 dernières années (3,2 ng/kg). Toutefois, elle reste inférieure à la valeur du bruit de fond anthropique dans les zones urbaines/

industrielles ayant connues le fonctionnement d'un incinérateur au-delà des 10 dernières années (20,8 ng/kg).

- **Test ISDI :**

Sur les 2 tests ISDI réalisés, seul l'échantillon F203(0-2) est conforme aux valeurs de l'arrêté du 12/12/14. L'échantillon F201(0-2) présente un léger dépassement en antimoine sur éluat (0,079 mg/kg pour une valeur de référence à 0,06 mg/kg).

12.12 SYNTHESE

Les résultats s'analyses mettent en évidence :

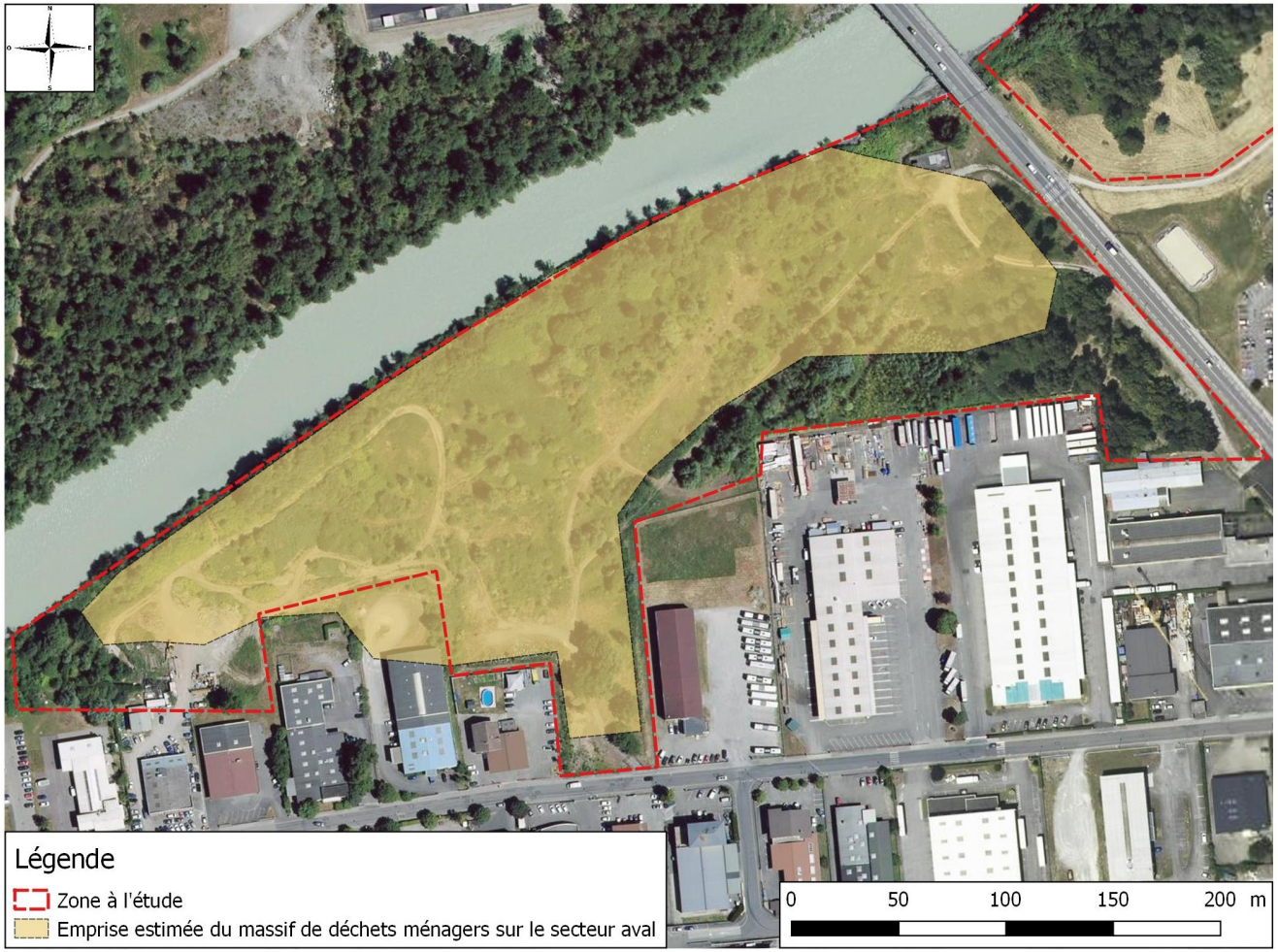
- **l'absence de massif de déchets (ordures ménagères) à proximité des entreprises BOURQUI, PRECIS FORMES et CAROSSERIE DE l'ARVE (secteur aval) et l'absence d'anomalie dans le milieu sol au droit des fouilles réalisées. Les échantillons réalisés sont conformes ou proches des valeurs ISDI ;**

- **l'absence d'anomalie en PCB au droit du transformateur électrique (secteur aval) ;**

- **la présence de faibles concentrations en dioxines, furanes et PCB-DL sur le secteur amont, à l'exception d'anomalies modérées en en dioxines et furanes au droit de l'échantillon F206(0,5-1,5).**

12.13 EMPRISE DU MASSIF DE DÉCHETS MÉNAGERS SUR LE SECTEUR AVAL

Les différentes campagnes d'investigations sur le milieu sol ainsi que l'étude historique ont permis de définir l'emprise du massif de déchets sur le secteur aval. Celle-ci est présentée ci-dessous.



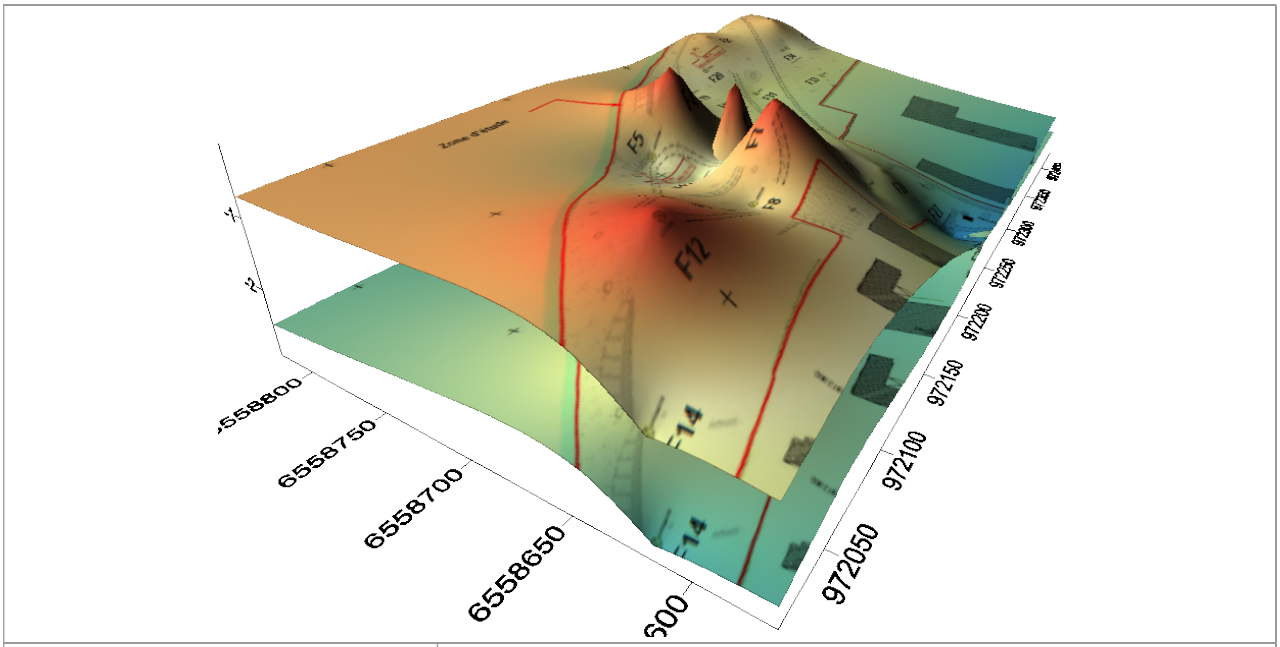
DEKRA	Ancienne décharge des Valignons – SIVOM de Cluses		
	Figure 62 : Emprise approximative du massif de déchets ménagers sur le secteur aval	Référence :	2764094
		Source :	Géoportail
		Échelle :	Cf. figure

12.14 DETERMINATION DU VOLUME DE DECHETS

Suite au travail de délimitation spatiale du massif de déchet un récapitulatif de l'ensemble des investigations réalisé sur les sols a permis de faire un profil du massif de déchet afin de déterminer l'épaisseur du massif. Le travail a été réalisé sur la partie aval du site qui sera la partie destinée à être dépolluée et a permis de déterminer le volume global des déchets ainsi que leur répartition.

Il a été calculé un volume de 133 150m³ de déchets présent sur la partie aval de la décharge, leur répartition n'étant pas homogène on observe des points oui ils sont quasiment affleurant et d'autres ou une épaisseur de terres les recouvres.

Ce travail a abouti à un rendu cartographique présenté ci-dessous.



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons – SIVOM de Cluses		
	Figure 63 : vue 3D du massif de déchets	Référence :	2764094
		Source :	DEKRA
		Échelle :	Cf. figure

On observe sur la carte des pics présentés en rouge, ces pics montrent les zones affleurant du massif de déchets. Les zones plus claire montrent des zones avec une faible épaisseur du massif.

Il est à noter qu'il s'agit d'une extrapolation issue des investigations de 2014 et de 2018, il n'a pas été réaliser de relevé systématique complet du massif de déchet par un géomètre pouvant permettre un rendu plus précis du massif et des abords d'où une représentation partiellement faussée au droit de la rivière l'Arve.

Toutefois cette interprétation servira de base pour l'établissement des volumes de déchets à excaver.

L'interpolation du massif de polluants a été réalisée à l'aide du logiciel SURFER en s'appuyant sur des logs de forage ponctuel et en s'appuyant sur l'hypothèse qu'entre ces sondages la répartition spatiale des polluants était continue et diffuse, ce qui ne peut pas être forcément le cas, compte tenu du type de dépôts étudiés (massif de déchets). Seules des fouilles complémentaires permettraient de vérifier cette interpolation/continuité à l'intérieur du massif (en particulier pour les hydrocarbures, dioxines/furanes).

Cette vérification pourra être effectué en phase préliminaire à la mise en œuvres des travaux.

13 ESSAIS DE PERMÉABILITE

13.1 OBJECTIFS

Afin de caractériser la perméabilité de la couche superficielle de remblais présente sur le secteur aval, des essais ont été effectués sur celle-ci.

13.2 PROTOCOLE UTILISÉ

Les essais de perméabilité ont été réalisés le 5 août 2014 par un ingénieur de DEKRA INDUSTRIAL SAS, spécialisé dans le domaine des sites et sols pollués.

La technique utilisée est celle du test de Porchet. Celle-ci permet de mesurer la conductivité hydraulique à saturation d'un sol, ou perméabilité, celle-ci définissant l'aptitude du sol à permettre l'infiltration d'eau.

On réalise un trou de faible profondeur que l'on remplit d'eau claire, afin d'y mesurer la vitesse à laquelle le terrain absorbe l'eau. On laisse préalablement percoler par le trou un volume suffisant d'eau pour créer un bulbe saturé dans le sol entourant celui-ci. On mesure alors le volume d'eau nécessaire pour maintenir constant le niveau d'eau dans le trou pendant la durée du test. On détermine ainsi le coefficient K (coefficient de perméabilité) du sol étudié.

Le mode opératoire est le suivant :

- réalisation du trou : Un trou de 30 cm de profondeur a été réalisé à l'aide d'une tarière manuelle de diamètre 15 cm ;
- mise en place de l'appareil ;
- phase d'imbibition : Une phase préalable d'imbibition du terrain est nécessaire. La régulation du niveau étant directement reliée à la réserve d'eau ;
- phase de mesure : Une fois la saturation terminée, on déconnecte l'appareil du réservoir. On connecte alors la cellule de régulation au réservoir de mesure, et on note le volume percolant pendant une durée donnée.

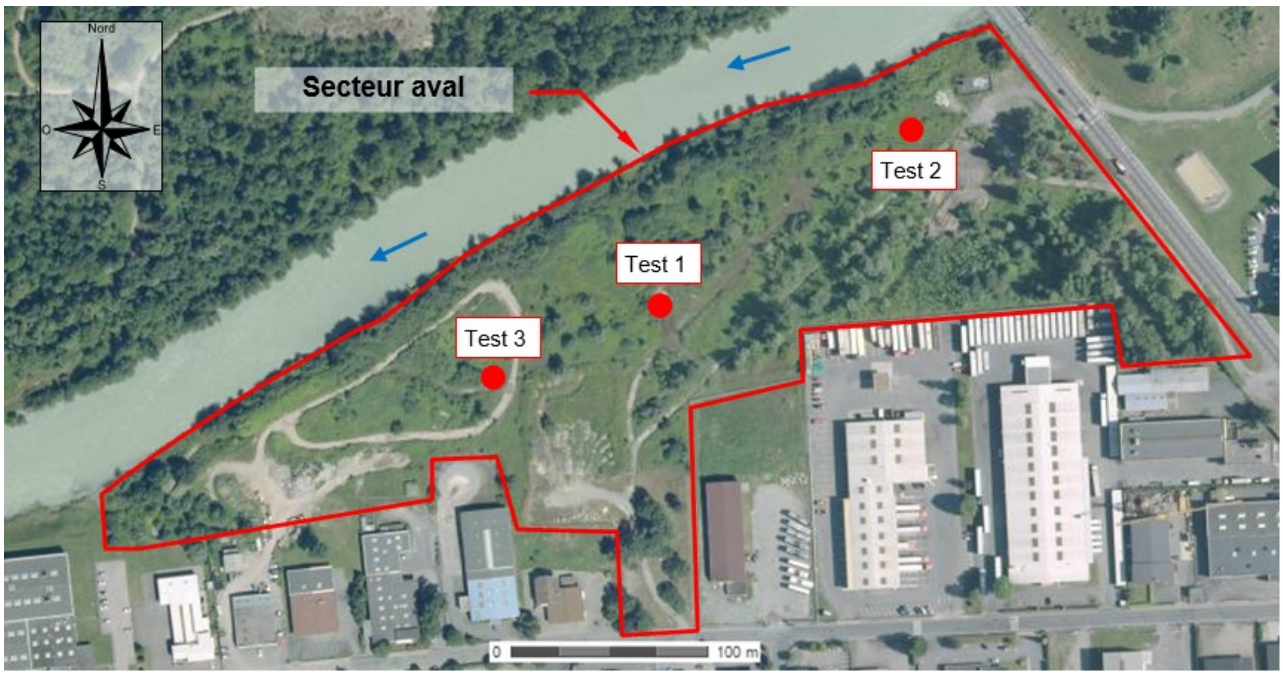
Figure 64 : Réalisation d'un test de Porchet

Le calcul du coefficient de perméabilité K est le suivant :

K (mm/h) = (Volume d'eau infiltrée (mm3) x Temps d'infiltration (heure)) / Surface mouillée en m2

13.3 LOCALISATION DES ESSAIS DE PERMÉABILITÉ

La localisation des essais de perméabilité est présentée au sein de la figure suivante.



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons – SIVOM de Cluses		
	Figure 65 : Localisation desessais de perméabilité	Référence :	2764094
		Source :	Géoportail
		Échelle :	Cf. figure

13.4 PÉDOLOGIE

On note la présence de remblais argilo-limoneux marrons foncés jusqu'à 0,3 m de profondeur.

13.5 RESULTATS

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant.

Tableau 50 : Résultats des essais de perméabilité

TEST	K (MM/H)	VITESSE D'INFILTRATION EN (M/S)
Test 1	25	7.10^{-6}
Test 2	0,2	$4,5.10^{-8}$
Test 3	5	5.10^{-6}

On observe que le coefficient de perméabilité K est compris entre 0,2 et 25 mm/h et que la vitesse d'infiltration est comprise entre 10^{-6} et 10^{-8} m/s.

Le graphique suivant présente le classement des sols selon le coefficient de perméabilité K.

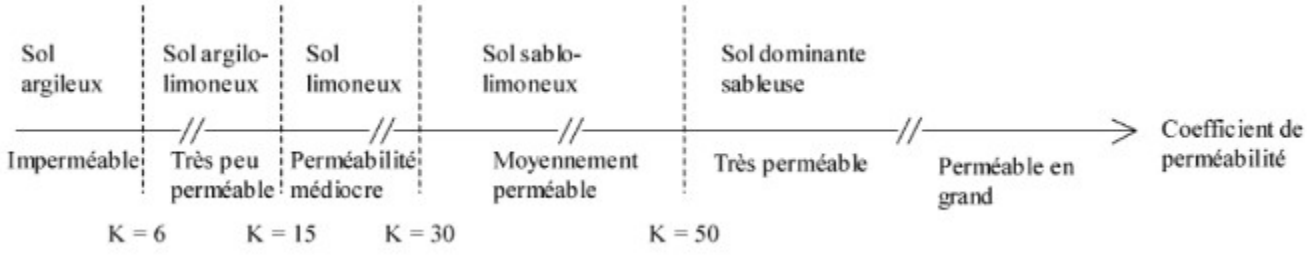


Figure 66 : Classement des sols selon le coefficient de perméabilité K

D'après le classement des sols selon le coefficient de perméabilité K, la couche superficielle de remblais est de type limoneux et argilo-limoneux et sa perméabilité est caractérisée de très peu perméable.

14 MISSION A210 - INVESTIGATIONS SUR LES EAUX SOUTERRAINES

14.1 OBJECTIFS

Les objectifs sont :

- **de caractériser le milieu eau souterraine et évaluer le comportement des polluants ;**
- **d'apporter des compléments sur l'hydrologie du site et en particulier le sens d'écoulement de la nappe afin de déterminer de façon fiable l'amont et l'aval hydraulique de chaque secteur du site, le cas échéant en fonction du régime d'écoulement.**

14.2 DÉMARCHES PRÉALABLES À L'INTERVENTION

Cf. paragraphe 9.2.

14.3 REALISATION DU RESEAU DE SURVEILLANCE

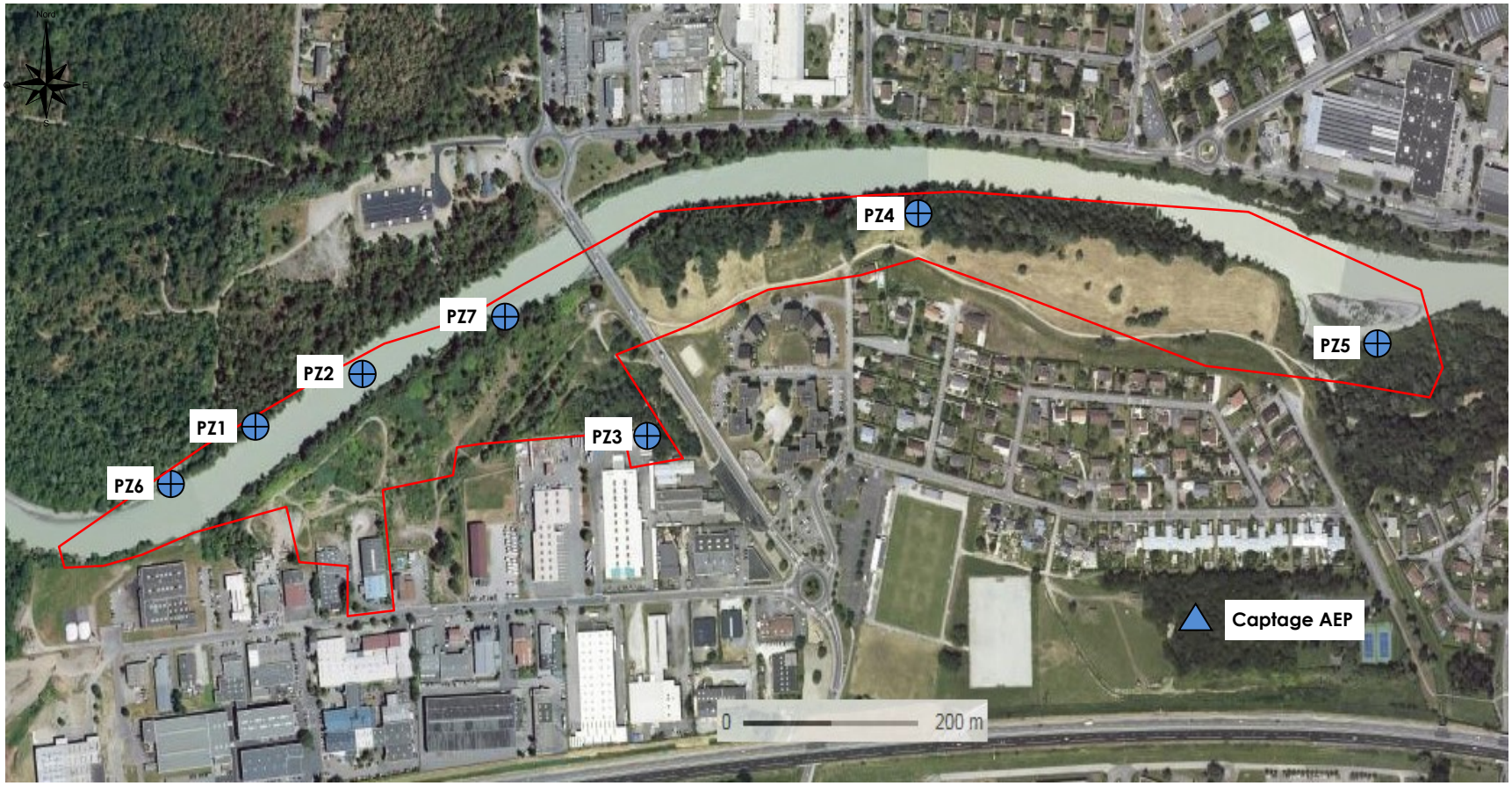
Au total, 7 piézomètres sont implantés sur l'ancienne décharge des Valignons, selon la norme AFNOR FDX-31-614, à l'Odex (diamètre de foration de 115 mm) par la société de forage « ABYSSE » :

- **PZ1, PZ2, PZ3, PZ6 et PZ7** sont localisés sur le secteur aval ;
- **PZ4 et PZ5** sont localisés sur le secteur amont.

Les ouvrages ont une profondeur de 8 m et sont ancrés dans les argiles, de manière à capter l'ensemble de la nappe d'accompagnement de l'*Arve*. Les caractéristiques des piézomètres constitutifs du réseau de surveillance sont synthétisées dans le tableau suivant. Les fiches techniques des piézomètres sont présentées en **annexe 11**.

Tableau 51 : Caractéristiques du réseau de surveillance piézométrique

Ouvrage	Secteur	Nature du tubage	Diamètre du tubage (mm)	Foration	Profondeur de l'ouvrage (m)	Intervalle crépiné (m)	Date installation
PZ1	Aval	PVC	64/75	Odex Diamètre de foration de 115 mm	8	2 -8	25/03/14
PZ2							
PZ3							26/03/14
PZ4	Amont						
PZ5							
PZ6	Aval						05/08/14
PZ7							



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons – SIVOM de Cluses		
	Figure 67 : Localisation du réseau de surveillance piézométrique	Référence :	52764094
		Source :	Géoportail
		Échelle :	Cf. figure

14.4 PIEZOMETRIE

Au total, 13 campagnes de prélèvements ont été réalisées dans le cadre du suivi quadriennal entre février 2014 et juin 2020.

Les niveaux statiques (NS) de l'eau dans les piézomètres ont été relevés à l'aide d'une sonde interface, afin de déterminer la cote NGF de la nappe. Les cotes relatives du toit de la nappe sont obtenues en soustrayant la profondeur du niveau d'eau mesuré à la cote du point de repère nivelé de l'ouvrage.

Les ouvrages piézométriques ont été nivelés par un géomètre expert (CHAUQUET) le 13/03/2014 et le 22/09/2014.

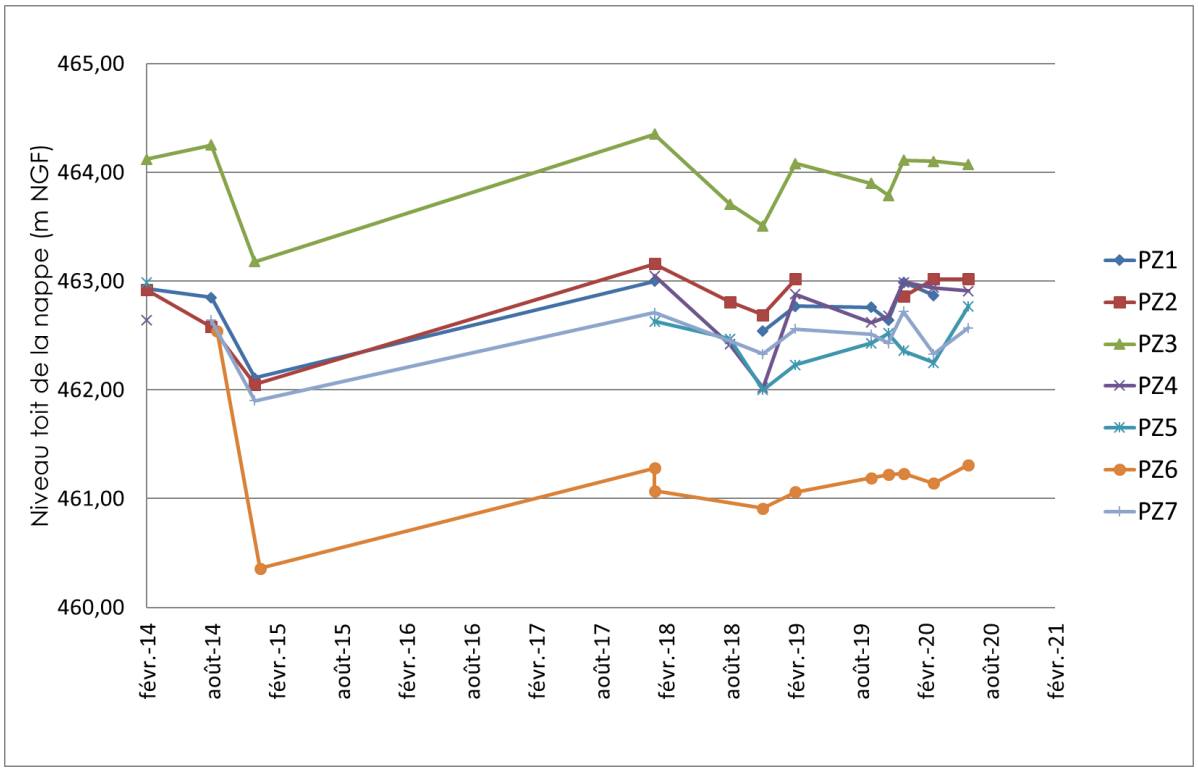


Figure 68 : Evolution de la piézométrie au droit du site depuis mars 2014

Le graphique met en avant les éléments suivants :

- les fluctuations sont globalement synchrones pour l'ensemble des piézomètres ;
- la variation des niveaux piézométriques est importante (variations métriques) ;
- la saisonnalité des eaux souterraines n'est pas forcément respectée (régime nival). Les hautes eaux de printemps-été sont dues essentiellement à la fonte des neiges, bien que des pluies se produisent également. Les basses eaux atteignent leurs pics en hiver.

Sur la base des niveaux statiques, une esquisse piézométrique a été réalisée (méthode des voisins naturels). Afin d'obtenir une esquisse cohérente, les secteurs amont et aval ont été séparés à partir des campagnes de juin 2020, en rattachant les ouvrages PZ3, PZ2, PZ6 et PZ7 d'une part et PZ3, PZ4 et PZ5 d'autre part.

Pour le secteur aval, on note un sens d'écoulement des eaux souterraines interprété en direction du nord-ouest (en direction de l'Arve). Le sens d'écoulement est identique à celui observé lors des campagnes réalisées en 2014 et en 2018. On observe les positions hydrogéologiques suivantes :

- PZ1, PZ2, PZ6 et PZ7 : aval hydrogéologique du site ;
- PZ3 : amont hydrogéologique du site.

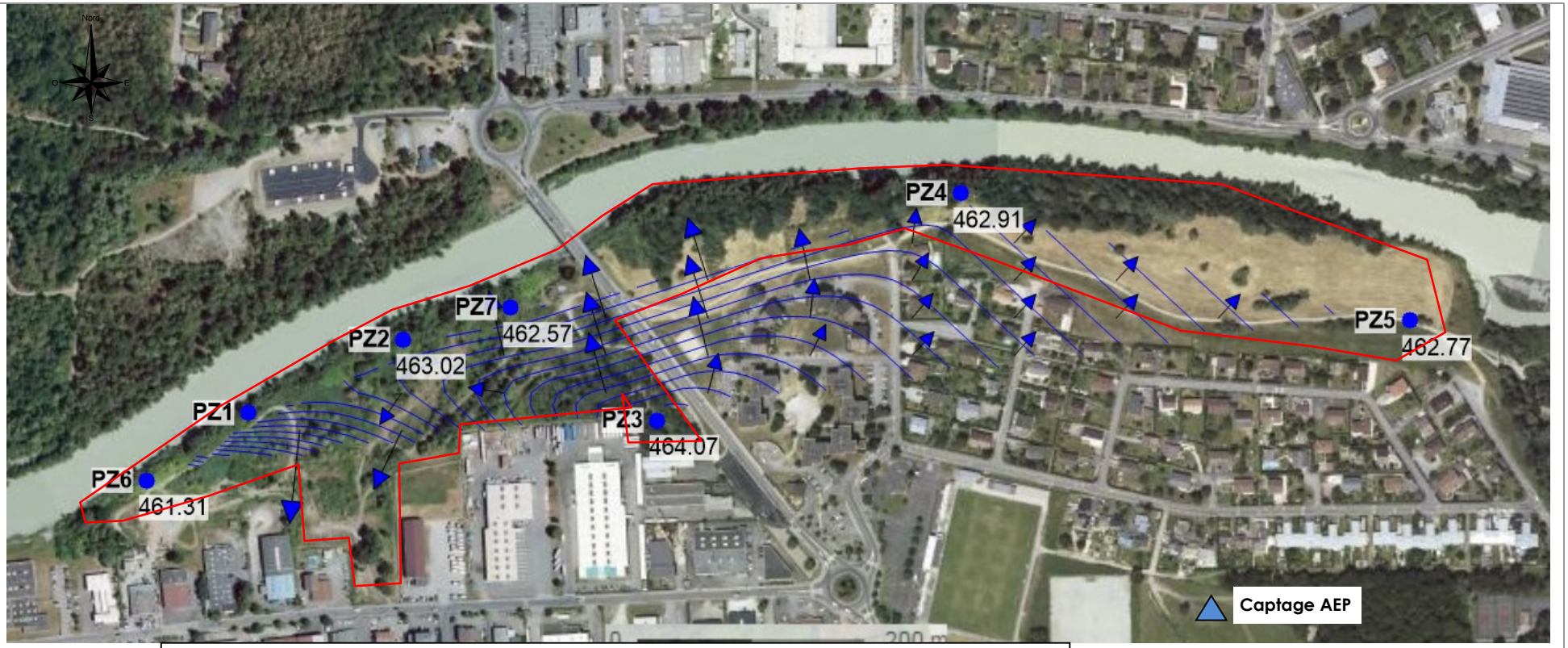
Comme lors des précédentes campagnes, le PZ6 (situé à l'extrémité ouest) présente un niveau statique bas et une faible colonne d'eau comparé aux autres piézomètres. Il est probable que cet ouvrage ne capte pas la nappe d'accompagnement de l'Arve comme les autres ouvrages (recharge par les eaux météoritiques ?), de part par son niveau altimétrique plus élevé par rapport à la rivière.

De manière génale, les izopiézes du secteur aval apparaissent moyennement cohérentes. Cela peut s'expliquer par l'hétérogénéité du massif de déchets, la surface importante de la zone à l'étude couplé à la méthode d'interprétation (voisins naturels), le surcreusement local des argiles et de la tourbe non aquifères sous-jacents aux alluvions et la différence altimétrique de l'Arve entre la partie est et ouest du secteur aval.

Pour le secteur amont, on note un sens d'écoulement des eaux souterraines interprété en direction du nord-est (en direction de l'Arve). Le sens d'écoulement est identique à celui observé lors des campagnes réalisées en 2014 et 2018. On observe les positions hydrogéologiques suivantes :

- PZ4 et PZ5 : aval hydrogéologique du site ;
- PZ3 : amont hydrogéologique du site.

L'esquisse piézométrique au droit du site pour la campagne du 27/02/2019 est présentée ci-après.



Légende :

- Emprise de la zone étudiée
- Piézomètres
- 463,2 Côte piézométrique (m NGF)
- Courbe izopiéze (m NGF)
- Sens d'écoulement interprété des eaux souterraines

DEKRA	Ancienne décharge des Valignons – SIVOM de Cluses		
	Figure 69 : Esquisse piézométrique au droit du site le 02/06/2020	Référence :	52764094
		Source :	Géoportail
		Échelle :	Cf. figure

14.5 PURGE ET ECHANTILLONNAGE

Des échantillons ont été prélevés dans les piézomètres après une purge, réalisée à l'aide d'une pompe immergée, comprise entre 3 et 5 fois le volume d'eau contenue dans les ouvrages (conformément à la norme FDX 31 615).

Durant les purges, des mesures de température, de pH, de potentiel d'oxydoréduction, de conductivité et d'oxygène dissous ont été effectuées durant la purge de l'ouvrage. Les fiches de prélèvements sont présentées au sein des différents rapports de suivi des eaux souterraines réalisés dans la cadre du suivi quadriennal.

Les eaux de purge ont été traitées à l'aide d'un filtre à charbon actif de terrain avant rejet vers le milieu naturel.

Les piézomètres ont été échantillonnés de l'amont vers l'aval afin d'éviter les contaminations croisées. Le PZ2 présentant une phase flottante, a été prélevé en dernier. Les échantillons ont été prélevés en sortie de pompe. Les tubages de la pompe utilisée pour la purge ont été renouvelés pour chaque ouvrage, afin d'éviter les contaminations croisées. Les échantillons ont été conditionnés dans des flacons en verre de qualité laboratoire et expédiés par container isotherme réfrigéré au laboratoire.

Les eaux souterraines du captage AEP ont été prélevées en sortie d'une vanne permettant la prise d'échantillon.

Figure 70 : point de prélèvement du captage AEP

14.6 OBSERVATIONS ET MESURES DE TERRAIN

Aucune phase flottante, ni aucun constat organoleptique de présence de pollution n'a été relevé au sein des échantillons prélevés au droit des piézomètres à l'exception de l'ouvrage PZ2. Cet ouvrage présente une phase de flottant (hydrocarbures) comprise entre 5 et 41 cm en fonction des campagnes. Cette observations reste valable dans le temps.

Figure 71 : Flottant (hydrocarbures) au sein du PZ2 en janvier 2018

14.7 PROGRAMME ANALYTIQUE

Les analyses ont été effectuées par les laboratoires AGOLAB, SYNLAB (anciennement ALCONTROL) et EUROFINS qui possèdent les agréments du ministère en charge de l'Environnement (COFRAC).

Tableau 52 : Présentation des normes analytiques sur le milieu eau souterraine

PARAMETRES	NORMES ANALYTIQUES
Hydrocarbures Totaux C10-C40	NF EN ISO 9377-2 (T90-150)
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques 16 composés	NF T 90-115
COHV (Composés Organiques Halogénés Volatils) 15 composés	NF EN ISO 10301 (T 90-125)
BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes)	NF ISO 11423-1(T 90-155)
Eléments Traces Métalliques 8 composés	NF EN 16772 et NF EN ISO 11885
PCB 7 composés	Méthode interne
Dioxines et Dibenzofuranes 17 molécules	ISO 18073
PCB « dioxin-like » 12 molécules	Méthode interne
pH	Conforme NF T 90-008
Conductivité	Conforme à NEN-ISO 7888 et conforme à NEN-EN 27888
Chlorures	Equivalent á NEN-ISO 15682
Sulfates	Conforme NEN 6604; Equivalent to EN-ISO 13395
DCO et DBO5	Conforme NEN 6633 / conforme NF T 90-101, EN 1899-1
Chlorates et perchlorates	Méthode interne

14.8 CHOIX DES VALEURS DE REFERENCE

Les résultats analytiques obtenus sont comparés aux valeurs réglementaires suivantes :

- aux valeurs limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (limite de potabilité) définies dans l'Annexe I de l'Arrêté du 11 janvier 2007 modifié par l'arrêté du 4 août 2017 ;
- aux valeurs limites de qualité des eaux brutes de toute origine utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine (limite de potabilisation) définies dans l'Annexe II de l'Arrêté du 11 janvier 2007 modifié par l'arrêté du 4 août 2017 .

Les résultats analytiques sont également comparés à titre indicatif aux valeurs guides de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour la qualité de l'eau de boisson (2011).

Pour les PCB « dioxin-like », en l'absence de valeur guide réglementaire pour l'eau potable, les valeurs utilisées sont les seuils de quantification du laboratoire. Pour les dioxines et furanes, une valeur guide est utilisée en l'absence de valeur guide réglementaire Française pour l'eau potable :

- avis de l'AFSSA du 22 mars 2005 (saisine n°2003-SA -0305) indiquant une concentration indicative de 1 pg TEQOMS/l ne présentant pas de risque sanitaire pour les eaux destinées à la consommation humaine. Pour les dioxines et les furanes, la valeur utilisée pour la comparaison aux valeurs de référence est celle du « TEQ OMS (2005) excl LOQ ».

14.9 EVOLUTION DES RESULTATS SUR LE MILIEU EAUX SOUTERRAINES

L'ensemble des concentrations mesurées pour les échantillons d'eaux souterraines prélevés de février 2014 à février 2019 est présenté en **Annexe 12**. Les bordereaux d'analyses du laboratoire sont présentés au sein des différents rapports de suivi des eaux souterraines réalisés dans la cadre du suivi quadriennal.

- **Hydrocarbures totaux C10-C40 (HCT) :**

Depuis février 2014, on observe de fortes anomalies au droit de PZ2 (concentrations comprises entre 98 et 3 300 mg/l). Les concentrations tendent à augmenter.

L'anomalie observée au droit de PZ1 (aval hydrogéologique du secteur aval de la décharge) en février 2014 (8,6 mg/l) n'a plus été détectée depuis aout 2014.

Les concentrations des autres piézomètres restent stables avec des teneurs inférieures ou proches de la limite de quantification du laboratoire. De manière générale, les HCT ne sont jamais détectés en amont hydrogéologique.

- **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) :**

Depuis février 2014, on observe des anomalies marquées au droit de PZ2 (concentrations en HAP totaux comprises entre 6 et 15 µg/l). Les concentrations restent stables.

Les concentrations en HAP des autres piézomètres restent stables avec des teneurs inférieures ou proches de la limite de quantification du laboratoire De manière générale, les HAP ne sont jamais détectés en amont hydrogéologique.

- **Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV) :**

Depuis février 2014, on observe de fortes anomalies au droit de PZ2 en cis-1,2-dichloroéthène (concentration maximale de 3 700 µg/l) et chlorure de vinyle (concentration maximale de 1 000 µg/l).

De manière générale l'âge du massif de déchets et la dégradation biologique ont permis d'éliminer le tetra et le trichloroéthylène présent en le décomposant en dichloroéthylène et chlorure de vinyle, entrainant une accumulation de ces composés. De fait un impact important reste présent au droit du pz 2 pour ces composés une augmentation en chlorure de vinyle faible mais continue est observée au droit du Pz7 probablement issue de l'accumulation observée en Pz2.

Les concentrations en COHV des autres piézomètres restent stables avec des teneurs inférieures ou proches de la limite de quantification du laboratoire.

De manière générale, des traces de COHV sont également détectées en amont hydrogéologique (bruit de fond de la nappe ?).

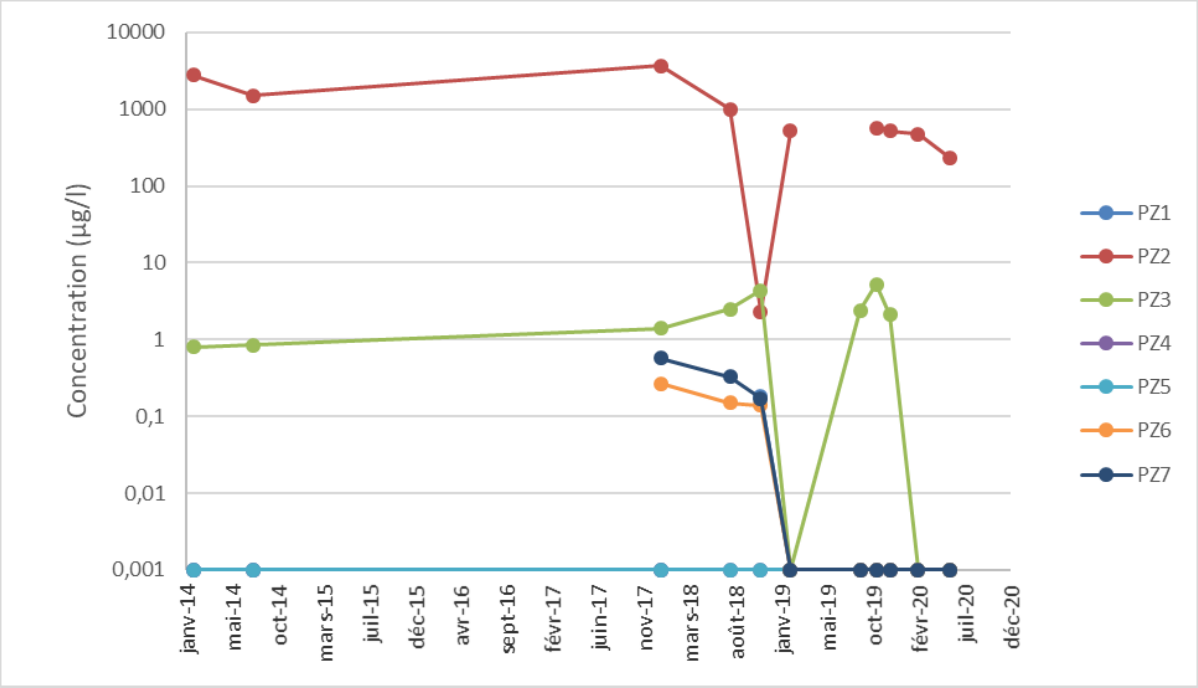


Figure 72 : Evolution du cis-1,2-dichloroéthène dans les eaux souterraines depuis février 2014

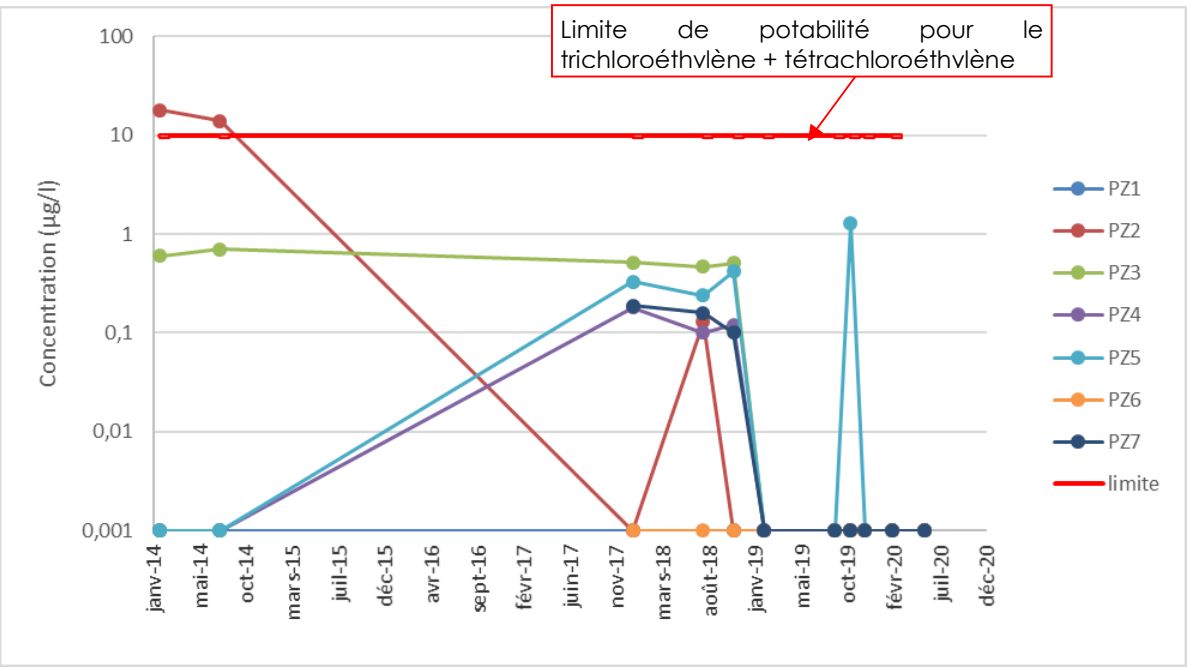


Figure 73 : Evolution du trichloroéthylène dans les eaux souterraines depuis février 2014

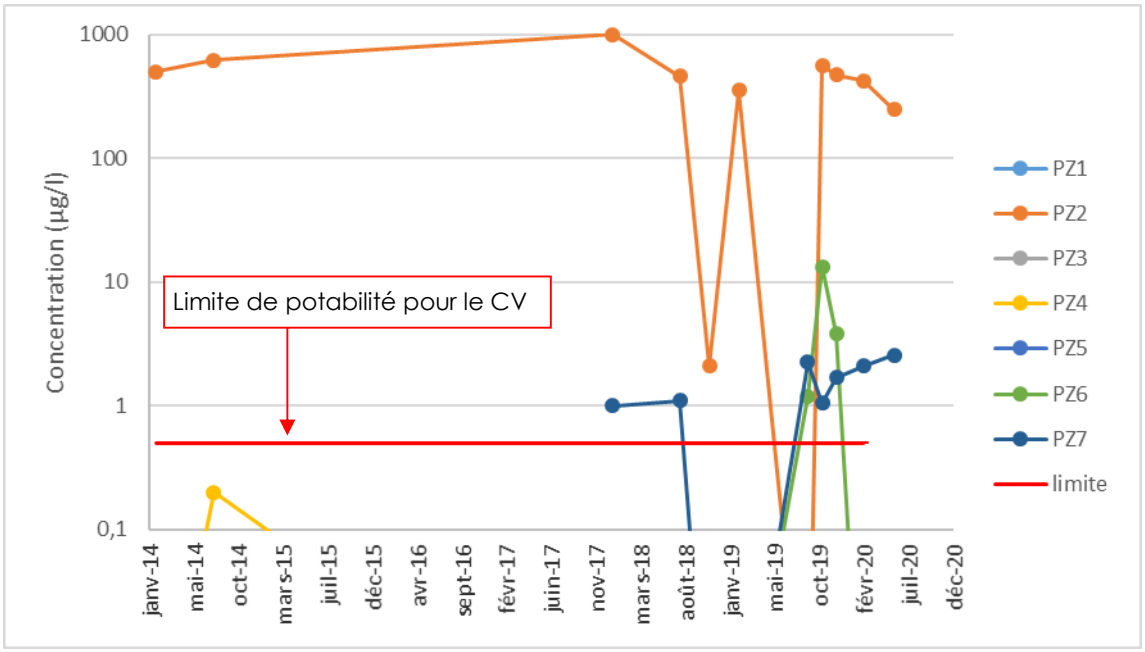


Figure 74 : Evolution du chlorure de vinyle dans les eaux souterraines depuis février 2014

- **<u>Composés Mono-Aromatiques Volatils (BTEX)</u> :**

Depuis février 2014, on observe de fortes anomalies au droit de PZ2 (concentration maximale en BTEX totaux de 625 µg/l). Celles-ci ont tendance à augmenter depuis 2014.

Les concentrations en BTEX des autres piézomètres restent stables avec des teneurs inférieures ou proches de la limite de quantification du laboratoire.

De manière générale, les BTEX ne sont jamais détectés en amont hydrogéologique.

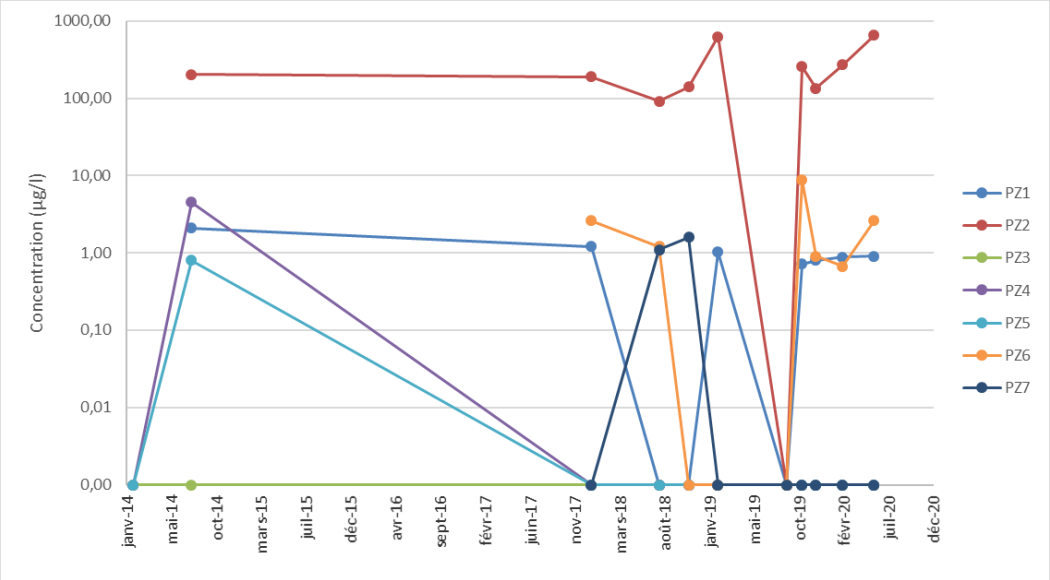


Figure 75 : Evolution des BTEX dans les eaux souterraines depuis février 2014

- **<u>Polychlorobiphényles (PCB)</u> :**

Depuis février 2014, des détections ont été observées seulement sur les piézomètres PZ1 et PZ2, tous les deux situés en aval hydrogéologique du secteur aval de la décharge.

On note de très faibles concentrations au droit de PZ1 (concentrations maximales de 0,2 µg/l) au droit de PZ1.

Pour PZ2, les concentrations tendant à diminuer depuis février 2018.

De manière générale, les PCB ne sont jamais détectés en amont hydrogéologique.

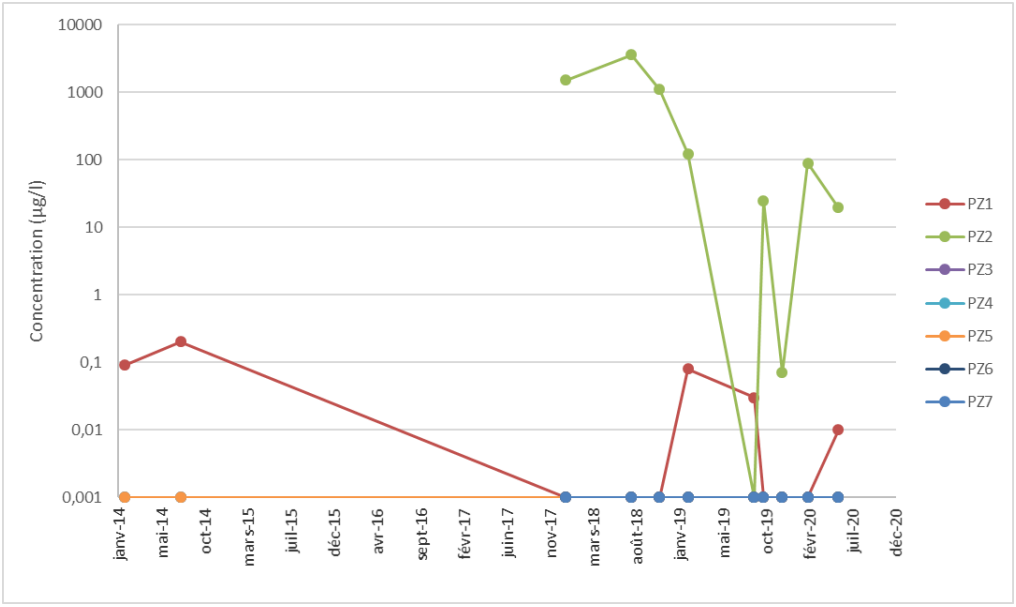


Figure 76 : Evolution des PCB dans les eaux souterraines depuis février 2014

- **Eléments Traces Métalliques (ETM) :**

Depuis février 2014, on observe l'absence d'anomalie sur l'ensemble des piézomètres pour le cadmium, le chrome, le cuivre, le mercure et le zinc.

Les anomalies modérées en arsenic, nickel et plomb diminuent avec le temps et sont depuis décembre 2019 inférieures au seuil de détection du laboratoire.

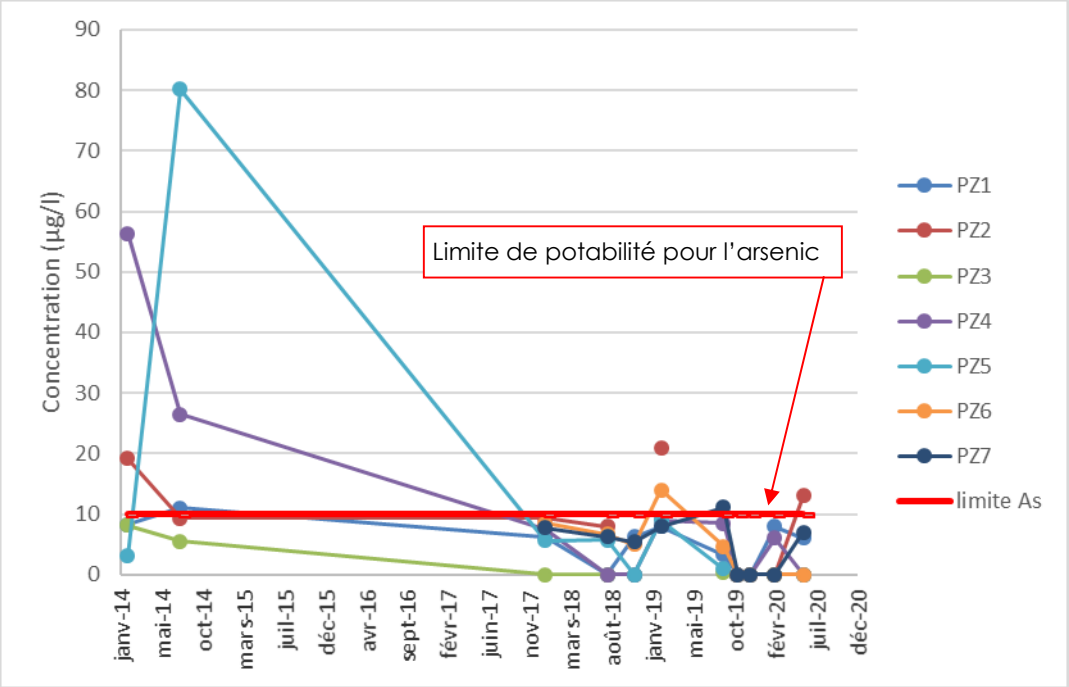


Figure 77 : Evolution de l'arsenic dans les eaux souterraines depuis février 2014

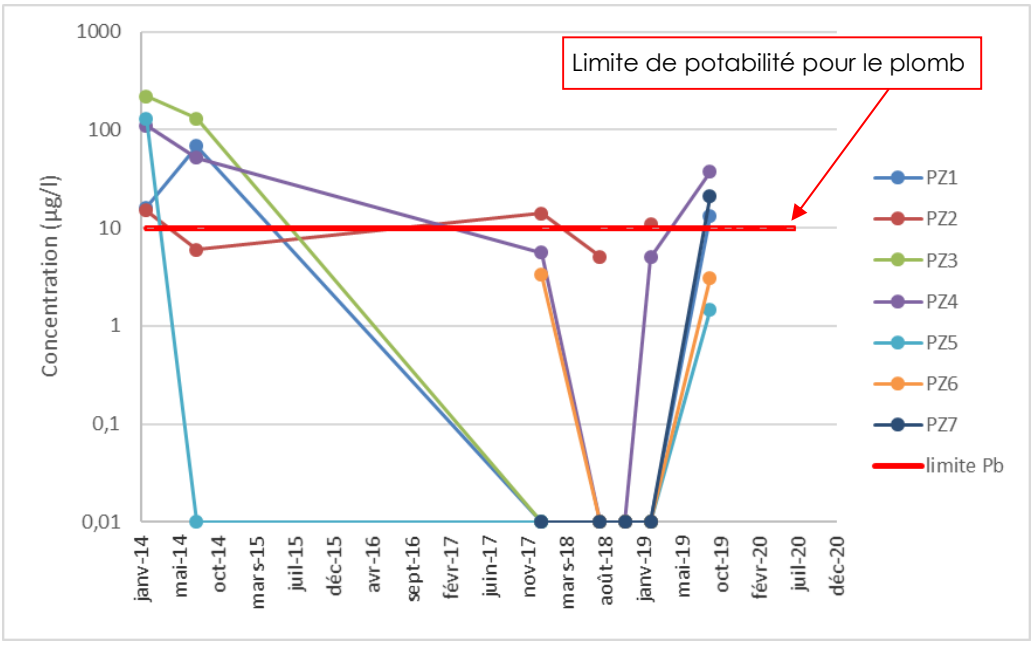


Figure 78 : Evolution du plomb dans les eaux souterraines depuis février 2014

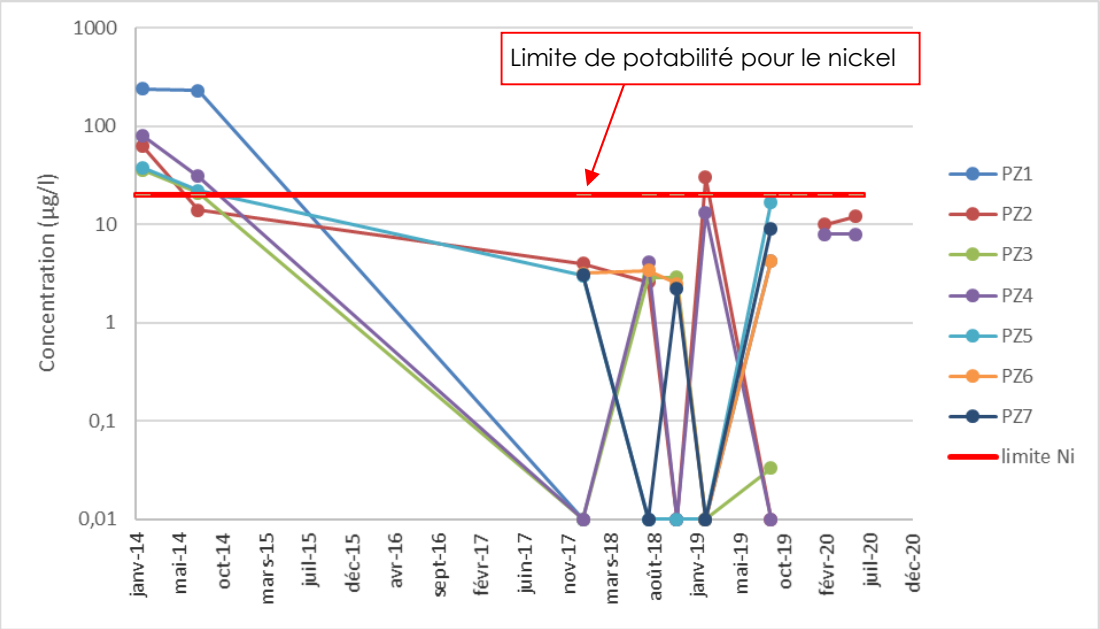


Figure 79 : Evolution du nickel dans les eaux souterraines depuis février 2014

- **<u>Dioxines, furanes et PCB-DL</u> :**

Depuis février 2014, on observe des concentrations inférieures ou proches des seuils de quantification du laboratoire à l'exception de teneurs plus marquées au droit de PZ2.

- **<u>pH et conductivité</u> :**

On observe des concentrations dans les gammes de valeur de l'annexe 1 de l'arrêté du 11/01/07.

- **<u>Chlorates et perchlorates</u> :**

A la demande de la DREAL, les chlorates et perchlorates ont été analysés pour la campagne de novembre 2018. L'ensemble des échantillons analysés présente des concentrations en chlorates inférieures aux seuils de quantification du laboratoire à l'exception d'une faible anomalie (0,76 mg/l) au droit de PZ2.

Cette concentration est légèrement supérieure à la valeur guide de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson (0,7 mg/l).

L'ensemble des échantillons analysés présente des concentrations en perchlorates inférieures ou proches des seuils de quantification du laboratoire.

- **<u>Autres analyses chimiques (chlorures, sulfates, DBO5, DCO, MES, azote total, nitrites et nitrates)</u> :**

    - <u>Chlorures et sulfates</u> :

Pour les campagnes de mars et août 2014, les concentrations en chlorures et en sulfates sont inférieures aux valeurs fixées par l'annexe 1 de l'arrêté du 11 janvier 2007, à l'exception d'un dépassement au droit de PZ4 (aval hydrogéologique du secteur amont). Les lixiviats sont les effluents liquides émis par les décharges. Leur génération est liée à l'infiltration d'eaux claires au sein

du massif de déchets qui se chargent en polluants (organiques et minéraux) et sont reléguées dans les milieux tels que les eaux souterraines.

- DBO5 :

La DBO5 (Demande Biologique en Oxygène) donne une approximation de la charge en matières organiques biodégradables présents dans les eaux. Aucune valeur de comparaison n'est disponible pour les eaux souterraines, mais la DBO5 d'une eau de surface non polluée, varie normalement de 2 à 20 mg/l. Au-delà, on peut suspecter une pollution organique.

Pour les campagnes de mars et août 2014, les concentrations sont inférieures à 10 mg/l à l'exception d'une valeur plus marquée (54 mg/l) au droit de PZ2 (aval hydrogéologique du secteur aval) en mars 2014.

Les concentrations mesurées en mars et août 2014 au droit de PZ3 (amont hydrogéologique du secteur aval) sont inférieures à la limité de quantification du laboratoire. Ces résultats laissent à penser que le massif de déchets du secteur aval contribue à un enrichissement de la charge en matières organiques biodégradables sur les eaux souterraines.

- DCO :

La DCO (Demande Chimique en Oxygène) est une mesure globale des matières organiques et de certains sels minéraux oxydables (pollution organique totale) présents dans l'eau. Aucune valeur de comparaison n'est disponible pour les eaux souterraines.

Pour les campagnes de mars et août 2014, on observe des concentrations plus élevées au droit de PZ1 et PZ2 (aval hydrogéologique du secteur aval) qu'au droit de PZ3 (amont hydrogéologique du secteur aval). Ces résultats laissent à penser que le massif de déchets du secteur aval contribue à un enrichissement de la charge en matières organiques oxydables sur les eaux souterraines.

En mars 2014, le rapport DCO/DBO5 est de 5,39 pour PZ1 et de 2,03 pour PZ2. Ces valeurs mettent en évidence une matière organique peu biodégradable et traduit l'ancienneté des déchets.

- MES :

Les MES (Matière En Suspension) sont des matières insolubles, fines, minérales ou organiques, biodégradables ou non. Leur principal effet est de troubler l'eau (turbidité). Des détritus d'origine organique peuvent contribuer à l'élévation de la MES.

Pour la campagne d'août 2014, la concentration mesurée au droit de PZ3 (amont hydrogéologique du secteur aval) est de 170 mg/l, tandis que les piézomètres localisés en aval hydrogéologique du secteur aval présentent des concentrations comprises entre 280 et 7000 mg/l. Ces résultats laissent à penser que le massif de déchets du secteur aval contribue à un enrichissement de la turbidité sur les eaux souterraines.

- L'azote total Kjeldahl (NTK) :

C'est est une appellation qui désigne la somme de l'azote ammoniacal et de l'azote organique. L'azote qui se retrouve sous forme oxydée, tel que les nitrites ou les nitrates par exemple, n'est pas mesuré par cette technique. Une décharge peut être une source importante d'azote.

Pour la campagne d'août 2014, la concentration mesurée au droit de PZ3 (amont hydrogéologique du secteur aval) est inférieure au seuil de détection du laboratoire, tandis que les piézomètres localisés en aval hydrogéologique du secteur aval présentent des concentrations comprises entre 5,5 et 9,1 mg/l. Ces résultats laissent à penser que le massif de déchets du secteur aval contribue à contribue à un enrichissement en azote sur les eaux souterraines.

- Les nitrites et les nitrates :

Pour la campagne d'août 2014, les nitrites et nitrates présentent des concentrations inférieures au seuil de détection du laboratoire pour l'ensemble des piézomètres à l'exception de légères traces en nitrates au droit de PZ3 (amont hydrogéologique du secteur aval). Ces résultats laissent à penser que le massif de déchets du secteur aval ne contribue pas à un enrichissement en nitrites et nitrates sur les eaux souterraines.

Globalement, depuis février 2014, on note :

- **la présence de fortes anomalies en HCT, PCB, BTEX, HAP, cis-1,2-dichloroéthène, chlorure de vinyle, dioxines, furanes et PCB-DL au droit de PZ2 situé en aval hydrogéologique du secteur aval de la décharge. Ce dernier présente une phase flottante de type hydrocarbures ;**
- **la stabilisation à des teneurs inférieures ou proches de la limite de quantification du laboratoire pour les HCT, HAP, BTEX, PCB et COHV sur l'ensemble des ouvrages, à l'exception de PZ2 ;**
- **les anomalies modérées en arsenic, nickel et plomb diminue avec le temps et sont maintenant sous les limites de quantification du laboratoire.**
- **une diminution des concentrations en HCT au droit de PZ1 (aval hydrogéologique du secteur aval de la décharge) à des teneurs inférieures aux limites de quantification du laboratoire ;**
- **une diminution des concentrations en dioxines, furanes et PCB-DL au droit de PZ1 (aval hydrogéologique du secteur aval de la décharge). Celles-ci sont proches du seuil de détection du laboratoire pour la campagne de février 2019 ;**
- **un enrichissement en DBO5, DCO, MES et l'azote total Kjeldahl des eaux souterraines traversant le massif de déchets du secteur aval ;**
- **au regard des campagnes réalisées, il n'est pas possible d'établir des relations entre les concentrations observées et le régime d'écoulement de l'*Arve*.**

14.10 RESULTATS SUR LES EAUX SOUTERRAINES DU CAPTAGE AEP

Des prélèvements sur les eaux souterraines du captage AEP des Valignons ont été réalisés :

- le 14/01/2015 par la société Centre Dauphiné Savoie au droit des 3 puits de pompage ;
- le 27/02/2019 par la société DEKRA au droit d'un seul puits de pompage.
- Le 02/06/2020 par la société DEKRA au droit d'un seul puits de pompage.

Les bordereaux d'analyses du laboratoire pour la campagne de janvier 2015 sont présentés en **Annexe 13**. Ceux de la campagne de février 2019 sont présentés au sein du rapport de suivi des eaux souterraines réalisé dans la cadre du suivi quadriennal.

Pour la campagne de janvier 2015, seuls les dioxines, furanes, PCB et PCB-DL ont été analysés. On note :

- des concentrations en PCB inférieures à la limite de quantification du laboratoire pour les 3 échantillons à l'exception de traces en PCB 153 pour l'échantillon Puits n° 1 (0,1 ng/l) et pour l'échantillon Puits n° (0,61 ng/l). Il n'existe pas de normes relatives aux PCB dans les eaux destinées à la consommation humaine ;
- des concentrations en dioxines, furanes rte PCB-DL inférieures à la limite de quantification du laboratoire pour les 3 échantillons à l'exception de traces en octochlorodibenzodioxine (0,0170 ng/l pour un seuil de détection du laboratoire de 0,01 ng/l) pour l'échantillon Puits n°2.

Pour la campagne de février 2019, seuls les HCT C10-C40, HAP, BTEX, COHV, métaux, PCB, dioxines, furanes, PCB et PCB-DL ont été analysés. On note :

- l'absence de détection des HCT C10-C40, HAP, BTEX, COHV, PCB, dioxines, furanes, PCB et PCB-DL ;
- l'absence de détection de métaux à l'exception du cuivre (0,01 mg/l) et du zinc (0,08 mg/l). Ces concentrations restent inférieures aux valeurs de références de l'annexe 1 et 2 de l'arrêté du 11/01/07.

Pour la campagne de juin 2020 seuls les HCT C10-C40, HAP, BTEX, COHV, métaux, PCB, dioxines, furanes, PCB et PCB-DL ont été analysés. On note :

- l'absence de détection des métaux, HCT C10-C40, HAP, BTEX, COHV, PCB, dioxines, furanes, PCB et PCB-DL ;
- La présence d'une trace en heptachlorodibenzodioxine et octochlorodibenzodioxine (11.21pg/l et 37.5 pg/l).

Pour les campagnes de janvier 2015 et février 2019, aucune anomalie n'a été détectée au droit des eaux souterraines du captage AEP des Valignons des traces de dioxines sont détectées au droit du

captage lors de la campagne de juin 2010. Dekra suggère la réalisation d'une campagne supplémentaire annuelle sur ce point.

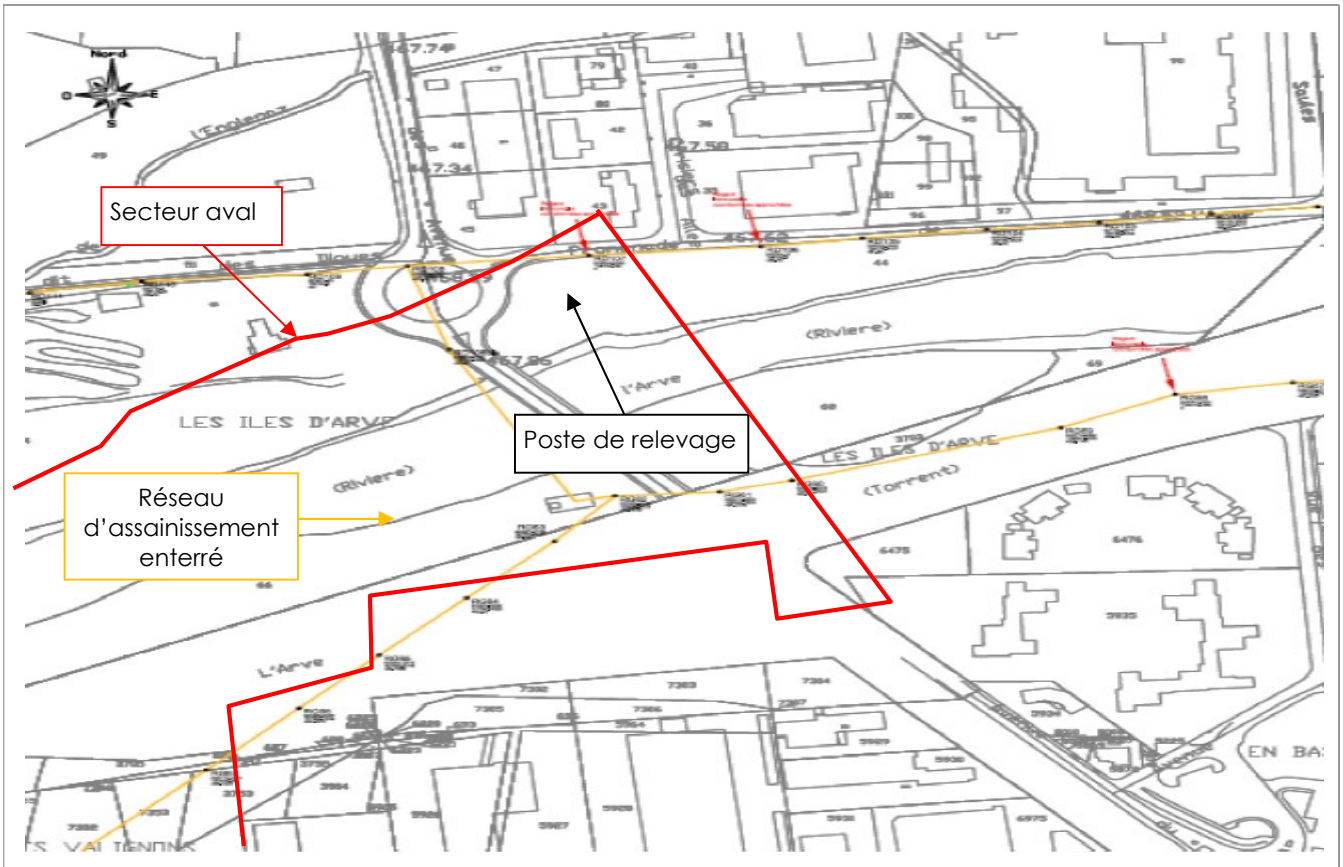
15 INVESTIGATIONS SUR LES EFFLUENTS DE LA CANALISATION D'ASSAINISEMENT ENTERREE TRAVERSANT LE SECETEUR AVAL

15.1 OBJECTIFS

L'objectif est de caractériser les effluents de la canalisation d'assainissement enterrée traversant le secteur aval afin de conclure si celle-ci collecte les eaux souterraines impactées par la décharge.

15.2 CARACTERISTIQUE DE LA CANALISATION ENTERRÉE D'ASSAINISSEMENT

Une canalisation enterrée d'assainissement traverse le secteur d'ouest en est. Cette dernière collecte les eaux usées de la zone industrielle jusqu'au poste de relevage. Cet ouvrage présente une profondeur approximative comprise entre 462,68 et 461,26 m NGF (pente permettant l'écoulement des eaux usées en direction du poste de relevage à l'est du site). En période hautes eaux, cette canalisation est en partie dans la nappe souterraine.



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 80 : Localisation du réseau d'assainissement enterré sur le secteur aval	Référence :	52764094
		Source :	SIVOM
		Échelle :	-

15.3 PRÉLÈVEMENTS ET RESULTATS ANALYTIQUES

Deux prélèvements 24 heures ont été réalisés entre le 10/08/2015 et 11/08/2015 par la société SAVOIE LABO. Les prélèvements ont été réalisés en amont (point de prélèvement ZI Valignons garage) et en aval (poste de relevage) de la canalisation enterrée et en période hautes eaux de la nappe souterraine, afin de conclure sur l'existence potentielle de transfert.

Les résultats analytiques sont présentés ci-dessous. Les bordereaux d'analyses sont fournis en **annexe 14.**

Les résultats mettent en évidence :

- l'absence de COHV et BTEX sur les 2 points de mesure ;
- la présence de traces en PCB et HAP, dans les mêmes ordres de grandeur, sur les 2 points de mesure ;
- la présence de métaux (arsenic, chrome, cuivre, nickel, plomb et zinc) dans les mêmes ordres de grandeur, sur les 2 points de mesure ;
- la présence d'hydrocarbures C10-C40 sur les 2 points de mesure dans les mêmes ordres de grandeur. On note toutefois une concentration plus importante pour le point aval (1600 µg/l) que pour le point amont (1300 µg/l). Les hydrocarbures C5-C10 ne sont pas détectés sur les 2 points de mesure ;
- la présence de DCO et DBO5 sur les 2 points de mesure dans les mêmes ordres de grandeur. On note toutefois la présence de concentrations plus importantes en DCO sur le point aval (766 mg/l) que sur le point amont (528 mg/l) et en DBO5 sur le point aval (220 mg/l) que sur le point amont (154 mg/l) ;
- la présence de traces en Dioxines/furanes et PCB-DL sur les 2 points de mesure dans les mêmes ordres de grandeur. Pour les dioxines/furanes, on note toutefois une concentration plus importante en valeur d'équivalent toxique (TEQ OMS 1998- limite inférieure) pour le point aval (0,000015 ng/l) que pour le point amont (0,0000097 ng/l). Pour les PCB-DL, on note également une concentration plus importante en valeur d'équivalent toxique (TEQ) pour le point aval (0,00014 ng/l) que pour le point amont (0,0000091 ng/l).

  A titre indicatif, pour les dioxines et furanes, l'avis de l'AFSSA du 22 mars 2005 (saisine n°2003-SA -0305) indique une concentration indicative de 0,001 ng/l TEQ ne présentant pas de risque sanitaire pour les eaux destinées à la consommation humaine (la valeur utilisée pour la comparaison aux valeurs de référence est celle du « TEQ OMS (2005) excl. LOQ »). Les concentrations mesurées sur les 2 points sont largement inférieures à cette valeur.

  Pour les 2 points de mesure, on observe les mêmes composés à savoir la détection de l'ocCDD pour les dioxines/furanes et le PCB 156 pour les PCB-DL.

Globalement, aucune différence marquée entre les concentrations des effluents mesurées sur les points amont et aval n'est observée. Ainsi, il n'est pas mis en évidence l'existence de transfert entre les eaux souterraines de la décharge et les effluents de la canalisation d'assainissement enterrée.

Tableau 53 : Résultats analytiques sur les effluents de la canalisation enterrée

		Amont (point garage ZI Valignons)	Aval (poste de relevage)
Paramètres	Unités		
PARAMETRES PHISICo-CHIMIQUES			
DCO	mg/l	**528**	**766**
DBO5	mg/l	**154**	**220**
METAUX			
Arsenic (As)	µg/l	**6,1**	**6,5**
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,2	<0,2
Chrome (Cr)	µg/l	**20**	**16**
Cuivre (Cu)	µg/l	**86,0**	**78,0**
Mercure (Hg)	µg/l	<50	<50
Nickel (Ni)	µg/l	**30,0**	**25,0**
Plomb (Pb)	µg/l	**8,9**	**7,6**
Zinc (Zn)	µg/l	**372**	**436**
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS (CAV)			
Benzène	µg/l	>1	>1
Toluène	µg/l	**1,5**	>1
Ethylbenzène	µg/l	>1	>1
Orthoxylène	µg/l	>1	>1
Para- et Métaxylène	µg/l	>2	>2
Xylènes	µg/l	>3	>3
COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS (COHV)			
1,2-dichloroéthane	µg/l	>1	>1
1,1-dichloroéthène	µg/l	>1	>1
cis-1,2-dichloroéthène	µg/l	>1	>1
trans-1,2-dichloroéthylène	µg/l	>1	>1
tétrachloroéthylène	µg/l	>1	>1
trichloroéthylène	µg/l	>1	>1
1,1,1-trichloroéthane	µg/l	>1	>1
chloroforme	µg/l	>1	>1
chlorure de vinyle	µg/l	>0,25	>0,25
1,1,2-trichloroéthane	µg/l	>1	>1
HYDROCARBURES TOTAUX (HCT)			
hydrocarbures totaux C5-C11	µg/l	>100	>100
hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l	**1300**	**1600**
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)			
Naphthalène	µg/l	<0,05	<0,05
Acénaphthylène	µg/l	<0,05	<0,05
Acénaphthène	µg/l	**0,02**	**0,06**
Fluorène	µg/l	<0,05	**0,09**
Phénanthrène	µg/l	**0,05**	**0,11**
Anthracène	µg/l	<0,01	**0,03**
Fluoranthène	µg/l	**0,03**	**0,09**
Pyrène	µg/l	<0,05	**0,15**
Benzo(a)anthracène	µg/l	<0,05	<0,05
Chrysène	µg/l	<0,05	<0,05
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	**0,02**	**0,03**
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	**0,01**	**0,01**
Benzo(a)pyrène	µg/l	**0,01**	**0,02**
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/l	<0,05	<0,05
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène	µg/l	**0,01**	**0,01**
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	**0,01**	**0,02**
POLYCHLOROBYPHENYLES (PCB)			
PCB 28	µg/l	<0,005	<0,005
PCB 52	µg/l	<0,005	<0,005
PCB 101	µg/l	<0,005	**0,01**
PCB 118	µg/l	<0,005	<0,005
PCB 138	µg/l	<0,005	<0,005
PCB 153	µg/l	**0,01**	**0,02**
PCB 180	µg/l	<0,005	**0,01**
PCB totaux (7)	µg/l	<0,035	**0,05**
DIOXINES ET FURANES			
OMS 1998-PCB-TEQ - limite inférieure	ng/l	**0,0000097**	**0,000015**
OMS 1998-PCB-TEQ - limite supérieure	ng/l	**0,0072**	**0,0072**
PCB-DL			
OMS 1998-PCDD/FTEQ - limite inférieure	ng/l	**0,0000091**	**0,00014**
OMS 1998-PCB-TEQ - limite supérieure	ng/l	**0,0026**	**0,0026**

16 INVESTIGATIONS SUR LA RESURGENCE EN PIED DE TALUS DU SECTEUR AVAL

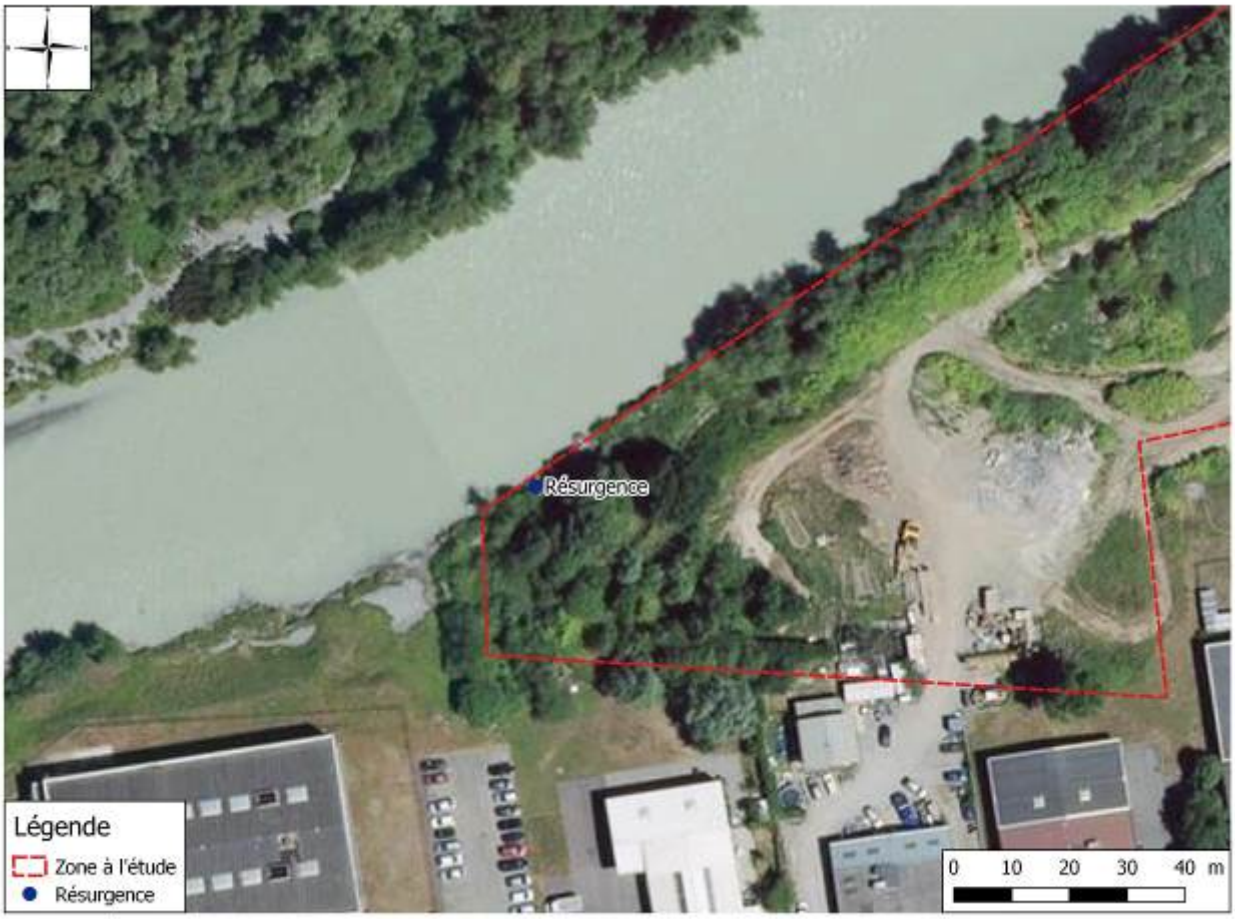
16.1 OBJECTIFS

L'objectif est de caractériser la résurgence observée en pied de talus du secteur aval.

16.2 LOCALISATION DU POINT DE PRELEVEMENT

Lors de la campagne d'investigations sur les eaux superficielles de novembre 2018 (basses eaux de l'*Arve*), il a été observé une résurgence en pied de talus du secteur aval (extrémité sud-ouest de la décharge), provoquant une trainée ocre sur les berges (drain ? résurgence naturelle ?). En accord avec le SIVOM de Clues, il a été décidé de réaliser une analyse sur les eaux de cette résurgence.

La localisation de la résuragence est présentée ci-dessous.



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons – SIVOM de Cluses		
	Figure 81 : Résurgence observée en pied de talus du secteur aval	Référence :	52764094
		Source :	Géoportail
		Échelle :	Cf. figure

Figure 82 : Résurgence observée en pied de talus du secteur aval provoquant une trainée ocre sur les berges

Les coordonnées géographiques des sondages de sol sont fournies dans le tableau ci-dessous. Les points de sondages ont été repères par DEKRA via le GPS GARMIN ETREX (précision de 3 m environ).

Tableau 54 : Coordonnées géographiques de la résurgences en pied de talus du secteur aval

	COORDONNEES LAMBERT 93		
	X (m)	**Y (m)**	**Z (m NGF)**
Résurgence	971 999	6 558 619	~459

16.3 ECHANTILLONNAGE

Les eaux de résurgence ont été prélevées en sortie de résurgence, directement dans le flaconnage.

16.4 OBSERVATIONS ET MESURES DE TERRAIN

Aucune phase flottante, ni aucun constat organoleptique de présence de pollution n'a été relevé au sein des échantillons prélevés.

16.5 PROGRAMME ANALYTIQUE

Les analyses ont été effectuées par les laboratoires SYNLAB (anciennement ALCONTROL) qui possèdent les agréments du ministère en charge de l'Environnement (COFRAC). La fiche de prélèvement est présentée en **Annexe 15**.

Tableau 55 : Présentation des normes analytiques sur les eaux de résurgences

PARAMETRES	NORMES ANALYTIQUES
Hydrocarbures Totaux C10-C40	NF EN ISO 9377-2 (T90-150)
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques 16 composés	NF T 90-115
COHV (Composés Organiques Halogénés Volatils) 15 composés	NF EN ISO 10301 (T 90-125)
BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes)	NF ISO 11423-1(T 90-155)
Eléments Traces Métalliques 8 composés	NF EN 16772 et NF EN ISO 11885
PCB 7 composés	Méthode interne

16.6 CHOIX DES VALEURS DE REFERENCE

Les résultats analytiques obtenus sont comparés aux valeurs réglementaires suivantes :

- aux valeurs limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (limite de potabilité) définies dans l'Annexe I de l'Arrêté du 11 janvier 2007 modifié par l'arrêté du 4 août 2017 ;
- aux valeurs limites de qualité des eaux brutes de toute origine utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine (limite de potabilisation) définies dans l'Annexe II de l'Arrêté du 11 janvier 2007 modifié par l'arrêté du 4 août 2017 .

Les résultats analytiques sont également comparés à titre indicatif aux valeurs guides de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour la qualité de l'eau de boisson (2011).

16.7 RESULTATS

Les bordereaux d'analyses du laboratoire sont présentés en **Annexe 16.**

Tableau 56 : Résultats analytiques sur les eaux de la résurgence

			Arrêté du 11/01/07		Valeurs guides de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson (2011)
		Résurgence	Annexe 1 Limite de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine	Annexe 2 Limite de la qualité des eaux brutes destinées à la consommation humaine	
Paramètres	Unités				
METAUX					
Arsenic (As)	mg/l	<0,005	**0,01**	**0,1**	**0,01**
Cadmium (Cd)	mg/l	**0,0002**	**0,005**	**0,005**	**0,003**
Chrome (Cr)	mg/l	**0,0017**	**0,05**	**0,05**	**0,05**
Cuivre (Cu)	mg/l	**0,002**	**2**	-	**2**
Mercure (Hg)	µg/l	<0.05	**1**	**1**	**6**
Nickel (Ni)	mg/l	<0,003	**0,02**	-	**0,01**
Plomb (Pb)	mg/l	**0,003**	**0,01**	**0,05**	**0,01**
Zinc (Zn)	mg/l	<0,01	-	**5**	
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS					
Benzène	µg/l	<0.2	**1**	-	**10**
Toluène	µg/l	0,30	-	-	**700**
Ethylbenzène	µg/l	<0.2	-	-	**300**
Orthoxylène	µg/l	<0.2	-	-	-
Para- et Métaxylène	µg/l	<0.2	-	-	-
Xylènes	µg/l	<0.40	-	-	**500**
COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS (COHV)					
1,1-dichloroéthane	µg/l	<2.00	-	-	**10**
1,2-dichloroéthane	µg/l	<1.00	**3**	-	**30**
1,1-dichloroéthène	µg/l	<2.00	-	-	-
cis-1,2-dichloroéthène	µg/l	**0,31**	-	-	**50**
trans-1,2-dichloroéthylène	µg/l	**0,24**	-	-	
dichlorométhane	µg/l	<5.00	-	-	**20**
tétrachloroéthylène	µg/l	<1.00	**10**	-	**40**
trichloroéthylène	µg/l	<1.00		-	**20**
tétrachlorométhane	µg/l	<1.00	-	-	-
1,1,1-trichloroéthane	µg/l	<2.00	-	-	-
chloroforme	µg/l	<2.00	-	-	**300**
chlorure de vinyle	µg/l	**0,35**	**0,5**	-	**0,3**
bromoforme	µg/l	<5.00	-	-	**100**
HYDROCARBURES TOTAUX (HCT)					
fraction C10-C16	mg/l	<5	-	-	-
fraction C16-C22	mg/l	<5	-	-	-
fraction C22-C30	mg/l	<5	-	-	-
fraction C30-C40	mg/l	<5	-	-	-
hydrocarbures totaux C10-C40	mg/l	<20	-	**1**	-
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)					
Naphthalène	µg/l	<0.1	-	-	-
Acénaphthylène	µg/l	<0.1	-	-	-
Acénaphthène	µg/l	<0.1	-	-	-
Fluorène	µg/l	<0.05	-	-	-
Phénanthrène	µg/l	<0.02	-	-	-
Anthracène	µg/l	<0.02	-	-	-
Fluoranthène **	µg/l	**0,03**	-	-	-
Pyrène	µg/l	**0,07**	-	-	-
Benzo(a)anthracène	µg/l	<0.02	-	-	-
Chrysène	µg/l	<0.02	-	-	-
Benzo(b)fluoranthène *	µg/l	<0.02	-	-	-
Benzo(k)fluoranthène *	µg/l	<0.01	-	-	-
Benzo(a)pyrène **	µg/l	<0.01	**0,01**	-	-
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/l	<0.02	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène *	µg/l	<0.02	-	-	-
Benzo(g,h,i)pérylène *	µg/l	<0.02	-	-	-
Somme 4 HAP *	µg/l	nd	**0,1**	-	-
Somme 6 HAP *+**	µg/l	**0,03**	-	**1**	-
POLYCHLOROBYPHENYLES (PCB)					
PCB 28	µg/l	<0.01	-	-	-
PCB 52	µg/l	<0.01	-	-	-
PCB 101	µg/l	<0.01	-	-	-
PCB 118	µg/l	<0.01	-	-	-
PCB 138	µg/l	<0.01	-	-	-
PCB 153	µg/l	<0.01	-	-	-
PCB 180	µg/l	<0.01	-	-	-
PCB totaux (7)	µg/l	<0.07	-	-	-

X	Valeur supérieure à la limite de quantification (LQ)
X	Valeur supérieure à l'Annexe 1
X	Valeur supérieure à l'Annexe 2
nd	Non détecté

16.8 INTERPRETATION DES RESULTATS

Les résultats analytiques mettent en évidence :

- des concentrations inférieures à la limite de quantification du laboratoire pour les HCT C10-C40, BTEX et PCB ;
- des concentrations inférieures à la limite de quantification du laboratoire pour les HAP à l'exception de traces en fluoranthène et pyrène ;
- des concentrations inférieures à la limite de quantification du laboratoire pour les COHV à l'exception de traces en cis-1,2-dichloroéthène, trans-1,2-dichloroéthylène et chlorure de vinyle ;
- des concentrations supérieures à la limite de quantification du laboratoire pour le cadmium, chrome, cuivre et plomb. Ces concentrations sont inférieures aux valeurs de référence.

Globalement, on note l'absence d'impact en HCT C10-C40, HAP, BTEX, COHV, PCB et métaux sur les eaux de résurgence en pied de talus du secteur aval.

17 MISSION A220 - INVESTIGATIONS SUR LES SEDIMENTS ET LES EAUX SUPERFICIELLES

17.1 OBJECTIFS

Les objectifs sont :

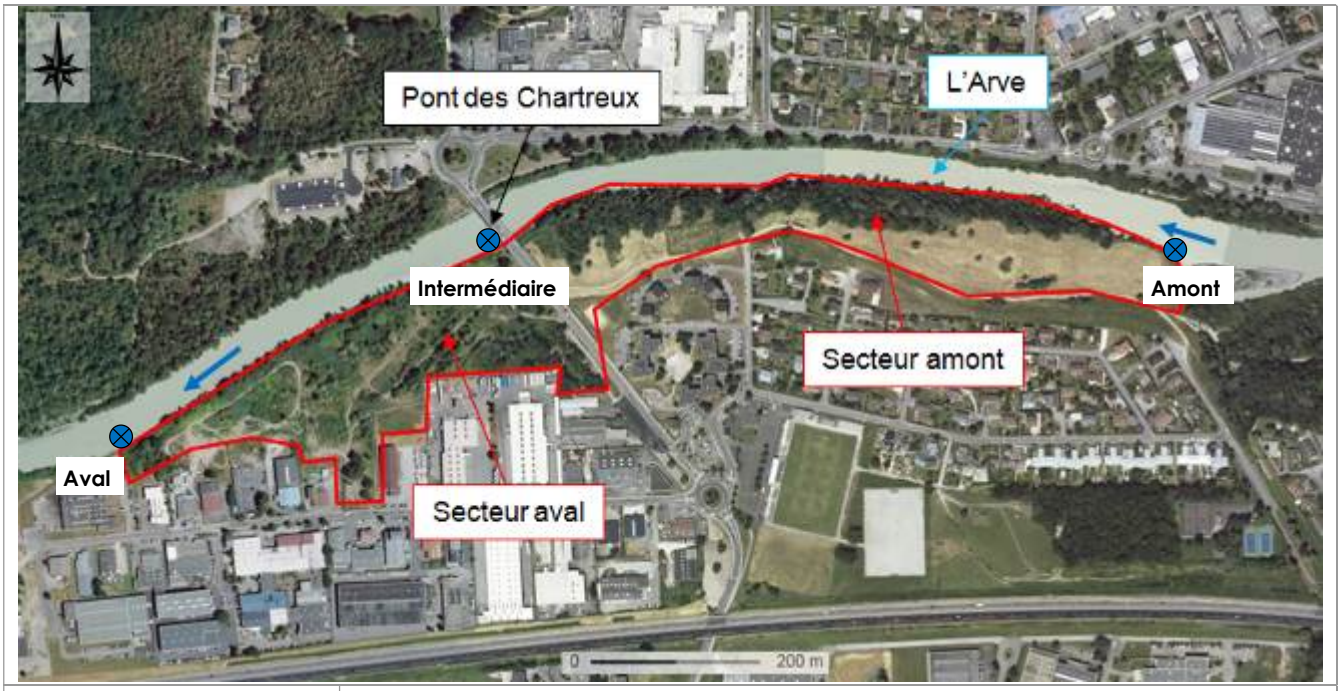
- **de caractériser l'impact de la décharge sur le milieu eau superficielle et sédiment de l'*Arve* ;**
- **d'apporter des réponses concernant l'origine de certains polluants mis en évidence dans les eaux et sédiments de l'Arve (apport du secteur amont, aval ou bruit de fond de l'Arve).**

17.2 INVESTIGATIONS SUR LES EAUX SUPERFICIELLES DE L'ARVE

17.2.1 LOCALISATION DES POINTS DE PRELEVEMENTS

Afin de caractériser l'impact de la décharge sur l'Arve, des prélèvements ont été réalisés en un point localisé en amont immédiat du site (secteur amont), en un point intermédiaire localisé au droit du Pont des Chartreux et un point en aval du site (secteur aval).

La localisation des points de prélèvements est présentée ci-dessous.



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons		
	Figure 83 : Localisation des points de prélèvements dans l'Arve	Référence :	5271940A
		Source :	Géoportail
		Échelle :	Cf. figure

Les coordonnées géographiques des prélèvements sont fournies dans le tableau ci-dessous. Les points de sondages ont été repères par DEKRA via le réseau satellite (précision de 5 m environ).

Tableau 57 : Coordonnées géographiques des prélèvements d'eaux superficielles

	COORDONNEES LAMBERT 93		
	X (m)	**Y (m)**	**Z (m NGF)**
Amont	973 215	6 558 899	~460
Aval	971 990	6 558 613	~459
Intermédiaire	972 415	6 558 868	~460

17.2.2 CARACTERISTIQUES DE L'ARVE

L'*Arve* présente un régime nival dont les caractéristiques sont :

- un étiage qui s'étend sur trois mois avec un débit minimal en janvier ;
- un accroissement du débit vers le mois d'avril, due à la fonte des neiges. Le débit maximum est atteint de juin à juillet (selon la présence ou non de glaciers sur les hauts bassins) ;
- une diminution du débit au cours de l'été en l'absence d'influence glaciaire.

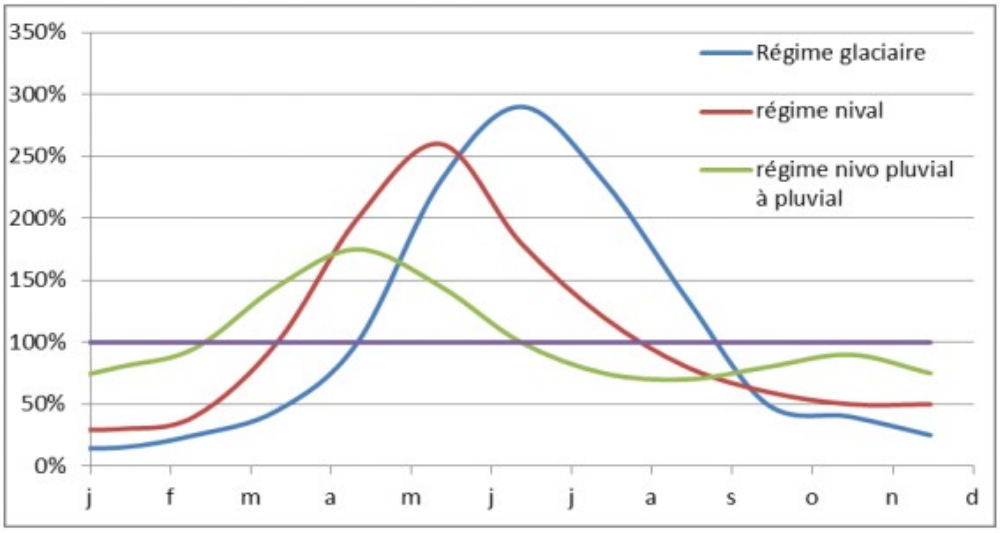


Figure 84 : Caractéristique du régime nival (source : SAGE ARVE)

17.2.3 CAMPAGNES DE PRELEVEMENTS

Au total, 7 campagnes de prélèvements ont été réalisées :

- mars, août et décembre 2014 ;
- janvier, août et novembre 2018 ;
- février 2019.

17.2.4 PRELEVEMENTS DES EAUX SUPERFICIELLES

Les prélèvements ont été effectués selon les prescriptions des normes AFNOR NF EN ISO 5667-3.

Il est privilégié par ordre de priorité les protocoles d'échantillonnage suivants :

- A pied dans le chenal d'écoulement principal du cours d'eau : L'échantillonnage est réalisé dans le chenal d'écoulement principal, dans la veine d'eau principale, de préférence loin des berges et des obstacles présents dans le lit, en se positionnant dans la veine principale du cours d'eau, face au courant (contre-courant).
  Dans ce cas, l'échantillonnage est réalisé directement dans le cours d'eau à l'aide des flacons fourni par le prestataire des analyses (sauf si ceux-ci contiennent des agents de conservation). En pénétrant dans le cours d'eau, le préleveur veillera à éviter de perturber la zone d'échantillonnage (remise en suspension de sédiments).Il faut dans tous les cas éviter de prélever les eaux de surface et de remettre en suspension les dépôts du fond. Le prélèvement sera réalisé à 30 cm sous la surface ou à mi-hauteur. **Cette méthode a été privilégiée lors de la période basses eaux**.
- En cas d'impossibilité, d'un pont : Les échantillonnages s'effectueront à partir du pont, à l'aide d'un préleveur. Selon, la configuration du pont et les éventuels obstacles présents (présence de tuyaux de canalisations), l'échantillonnage pourra être réalisé soit en amont ou en aval. Il devra être réalisé dans la veine principale du cours d'eau hors des zones de turbulences créées par les piles du pont.
- De la berge avec une canne d'échantillonnage : L'échantillonnage est réalisé de la berge uniquement avec une canne d'échantillonnage équipée d'un bécher de prélèvement, en évitant les effets de bord et en positionnant le bécher dans la veine principale du cours d'eau, face au courant (contre-courant). Pour le reste, les recommandations sont les mêmes que pour les autres types d'échantillonnage. **Cette méthode a été privilégiée lors de la période hautes eaux**.

17.2.5 OBSERVATIONS ET MESURES DE TERRAIN

Aucune phase flottante, ni aucun constat organoleptique de présence de pollution n'a été relevé dans l'Arve lors des différentes campagnes de prélèvements.

Les paramètres physico-chimiques *in situ* ont été mesurés dans le cours eau, au niveau des points d'échantillonnage afin d'appréhender une dégradation du milieu. Les paramètres relevés ont été la température (°C), le pH, la conductivité (µS/cm), le potentiel rédox (mV) et l'oxygène dissous (O_2). Les fiches de prélèvements sont présentées au sein des différents rapports de suivi des eaux souterraines réalisés dans la cadre du suivi quadriennal.

Les mesures de débit ont obtenu à partir de la station fixe de mesures hydrométriques de Sallanches (V003201001), située à environ 10 km en amont hydrologique du site.

Une mise en place de repères de niveau sur la pile gauche du pont des Chartreux a été effectuée le 22/01/2015 par un géomètre.

Le graphique suivant présente l'évolution du niveau NGF de l'Arve au niveau du pont des Chartreux pour les campagnes de prélèvements. Les niveaux NGF pour les campagnes antérieures ont été appréhendés à l'aide des photographies réalisées lors des prélèvements. Le graphique met en évidence le fait que le régime nival de l'Arve n'est pas forcément respecté.

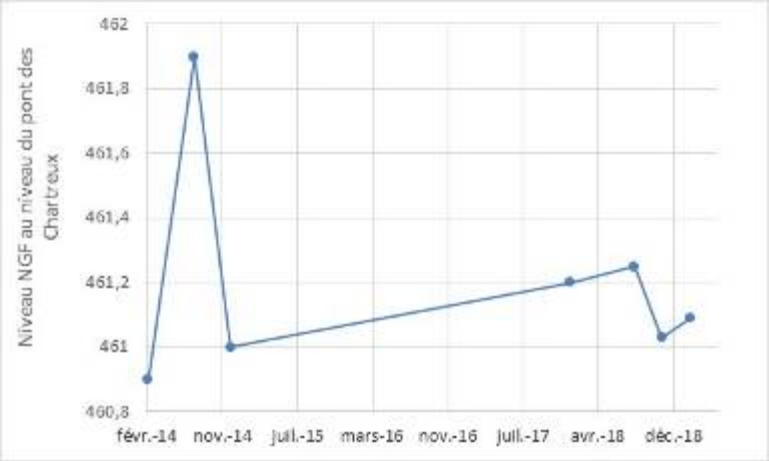


Figure 85 : Niveau NGF de l'*Arve* au niveau de la pile gauche du pont des Chartreux relevés lors des différentes campagnes de prélèvements

17.2.6 PROGRAMME ANALYTIQUE

Les analyses ont été effectuées par les laboratoires AGOLAB, SYNLAB (anciennement ALCONTROL) et EUROFINS qui possède les agréments du ministère en charge de l'Environnement (accréditation RVA reconnue par le COFRAC).

Tableau 58 : Présentation des normes analytiques sur le milieu eau superficielle

PARAMETRES	NORMES ANALYTIQUES
Hydrocarbures Totaux C10-C40	NF EN ISO 9377-2 (T90-150)
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques 16 composés	NF T 90-115
COHV (Composés Organiques Halogénés Volatils) 15 composés	NF EN ISO 10301 (T 90-125)
BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes)	NF ISO 11423-1(T 90-155)
Eléments Traces Métalliques 8 composés	NF EN 16772 et NF EN ISO 11885
PCB 7 composés	Méthode interne
Dioxines et Dibenzofuranes 17 molécules	ISO 18073
PCB « dioxin-like » 12 molécules	Méthode interne
pH	Conforme NF T 90-008
Conductivité	Conforme à NEN-ISO 7888 et conforme à NEN-EN 27888
Chlorures et sulfates	Méthode interne

17.2.7 CHOIX DES VALEURS DE REFERENCE

Les résultats analytiques obtenus sont comparés aux valeurs limites de qualité des eaux douces superficielles utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine (groupe A3), définies dans l'Annexe III de l'Arrêté du 11 janvier 2007.

Pour les PCB « dioxin-like », en l'absence de valeur guide réglementaire pour l'eau potable, les valeurs utilisées sont les seuils de quantification du laboratoire.

Pour les dioxines et furanes, une valeur guide est utilisée en l'absence de valeur guide réglementaire Française pour l'eau potable : avis de l'AFSSA du 22 mars 2005 (saisine n°2003-SA - 0305) indiquant une concentration indicative de 1 pg TEQOMS/l ne présentant pas de risque sanitaire pour les eaux destinées à la consommation humaine. Pour les dioxines et les furanes, la valeur utilisée pour la comparaison est celle du « TEQ OMS (2005) excl LOQ ».

17.2.8 RESULTATS ANALYTIQUES

L'ensemble des concentrations mesurées pour les échantillons d'eaux souterraines prélevés de février 2014 à février 2019 est présenté en **Annexe 17**. Les bordereaux d'analyses du laboratoire sont présentés au sein des différents rapports de suivi des eaux souterraines réalisés dans la cadre du suivi quadriennal.

17.2.9 EVOLUTION DES RESULTATS

- **<u>Hydrocarbures totaux C10-C40 (HCT)</u> :**

Depuis février 2014, les hydrocarbures ne sont jamais détectés à l'exception de faibles anomalies sur le point amont (150 µg/l) pour la campagne de janvier 2018 et sur le point aval pour la campagne d'août 2018 (25 µg/l) et de février 2019 (53 µg/l).

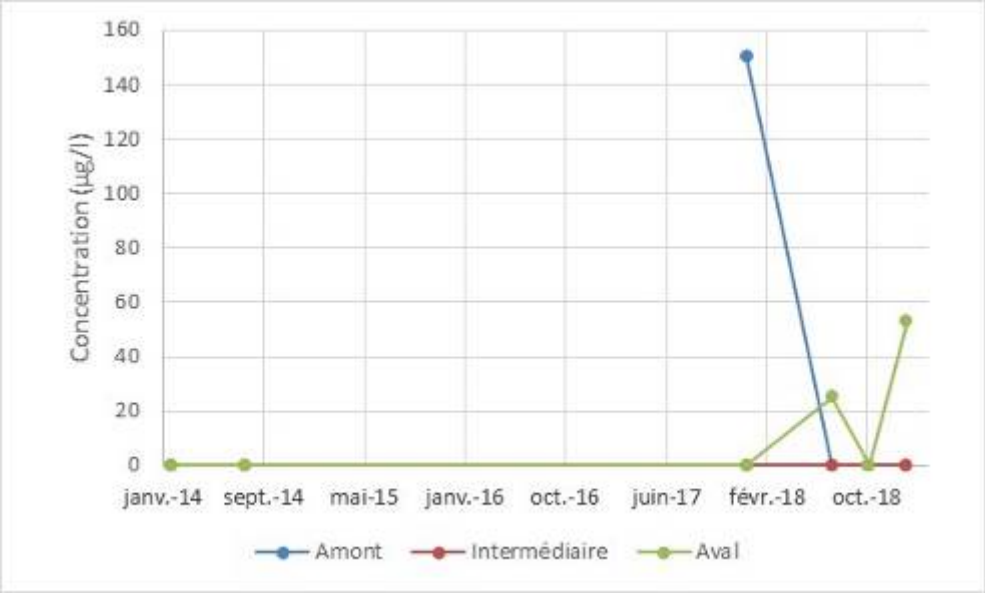


Figure 86 : Evolution des HCT C10-C40 dans les eaux superficielles de l'*Arve*

- **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) :**

Depuis février 2014, les HAP ne sont jamais détectés.

- **Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV) :**

Depuis février 2014, les COHV ne sont jamais détectés à l'exception du chlorure de vinyle pour la présente campagne de février 2019 (8,38 µg/l).

- **Composés Mono-Aromatiques Volatils (BTEX) :**

Depuis février 2014, les BTEX ne sont jamais détectés.

- **Polychlorobyphényles (PCB) :**

Depuis février 2014, les PCB ne sont jamais détectés.

- **Eléments Traces Métalliques (ETM) :**

Depuis février 2014, on observe l'absence d'anomalies en métaux, à l'exception de faibles dépassements du plomb sur le point intermédiaire et aval pour la campagne d'août 2014. Ceux-ci n'ont pas été observés sur les campagnes de 2018 et de 2019.

Figure 87 : Evolution du plomb dans les eaux superficielles de l'*Arve*

- **Dioxines, furanes et PCB-DL :**

Les faibles anomalies en PCB-DL observées pour la campagne de décembre 2014 ne sont plus détectées en 2018 (concentrations inférieures aux limites de quantification du laboratoire).

Pour les campagnes de décembre 2014 et 2018, les concentrations en dioxines et furanes restent inférieures aux limites de quantification du laboratoire. On note toutefois la présence de traces au droit de l'échantillon aval pour la présente campagne de février 2019.

- **Chlorures et sulfates :**

Pour les campagnes de mars et août 2015, les chlorures et les sulfates sont observées dans les mêmes ordres de grandeur en amont et en aval. Les concentrations sont inférieures à l'annexe 3 de l'arrêté du 11/01/07.

Globalement, depuis février 2014, on note :

- **l'absence de détection des HAP, BTEX et PCB ;**
- **la présence de faibles anomalies pour le plomb sur le point intermédiaire et aval pour la campagne d'août 2014. Ces anomalies n'ont pas été détectées en 2018 et février 2019 ;**
- **pour la première fois depuis 2014, la détection de traces de dioxines et furanes sur le point aval pour la présente campagne de février 2019 ;**
- **les faibles anomalies en PCB-DL observées pour la campagne de décembre 2014 sur les points aval et intermédiaire ne sont plus détectées en 2018 et février 2019 ;**
- **pour la première fois depuis 2014, la détection de COHV (chlorure de vinyle) sur le point aval pour la présente campagne de février 2019 ;**
- **au regard des campagnes réalisées, il n'est pas possible d'établir des relations entre les concentrations observées et le régime d'écoulement de l'*Arve*.**

17.3 INVESTIGATIONS SUR LES SEDIMENTS DE L'ARVE

17.3.1 LOCALISATION DES POINTS DE PRELEVEMENTS

Afin de caractériser l'impact de la décharge sur les sédiments de l'*Arve*, des prélèvements ont été réalisés en un point localisé en amont immédiat du site (secteur amont), en un point intermédiaire localisé au droit du Pont des Chartreux et un point en aval du site (secteur aval). Les prélèvements ont été réalisés en rive gauche de l'*Arve*, au niveau du pied de berge immergé et du fond du lit.

La localisation des points de prélèvements est présentée au sein de la figure 79.

Les coordonnées géographiques des prélèvements sont fournies dans le tableau ci-dessous. Les points de sondages ont été repères par DEKRA via le réseau satellite (précision de 5 m environ).

Tableau 59 : Coordonnées géographiques des prélèvements d'eaux superficielles

	COORDONNEES LAMBERT 93		
	X (m)	**Y (m)**	**Z (m NGF)**
Amont	973 215	6 558 899	~460
Aval	971 990	6 558 613	~459
Intermédiaire	972 415	6 558 868	~460

17.3.2 CAMPAGNES DE PRELEVEMENTS

Au total, 4 campagnes de prélèvements ont été réalisées :

- mars, août et décembre 2014 ;
- novembre 2018.

17.3.3 PRELEVEMENTS DES SEDIMENTS

Les prélèvements ont été effectués selon les prescriptions des normes AFNOR NF EN ISO 5667-3.

DEKRA INDUSTRIAL s'est assuré qu'il y avait bien un écoulement normal, la rivière n'était ni en crue ni en étiage.

Les échantillons de sédiments ont été prélevés de façon à s'assurer que ces derniers aient toujours été immergés. Afin de recueillir le maximum de particules fines, il a été choisi des points de prélèvements qui privilégient les zones de dépôt visibles (sédiments fins, vaso-organiques de couleur sombre), les zones concaves, les zones de végétation aquatique et les zones où le courant est faible.

La fraction fine inférieure à 2 mm a été uniquement prélevée sur une épaisseur de 5 cm maximum, à l'aide d'une truelle. Cette dernière a été nettoyée avant chaque utilisation.

Les échantillons ont été conditionnés dans des flacons en verre de qualité laboratoire et expédiés par container isotherme réfrigéré au laboratoire.

Les fiches de prélèvements sont présentées en **annexe 18**.

17.3.4 OBSERVATIONS ET MESURES DE TERRAIN

Les sédiments prélevés présentaient une lithologie proche des limons argileux et des sables fins.

Aucun constat organoleptique de présence de pollution n'a été relevé lors des différentes campagnes de prélèvements.

17.3.5 PROGRAMME ANALYTIQUE

Les analyses ont été effectuées par les laboratoires AGOLAB et SYNLAB (anciennement ALCONTROL) qui possède les agréments du ministère en charge de l'Environnement (accréditation COFRAC).

Tableau 60 : Présentation des normes analytiques sur le milieu sédiment

PARAMETRES	NORMES ANALYTIQUES
Hydrocarbures totaux non volatils (HCT C10-C40)	ISO 16703 GC/FID
8 Métaux (Arsenic, Cadmium, Chrome, Cuivre, Mercure, Nickel, Plomb et Zinc)	NF EN ISO 11 885 (NF EN ISO 17852 pour le mercure)
COHV (Composés Organiques Halogénés Volatils) 15 composés	NF EN ISO 9562
HAP (Hydrocarbures Aliphatiques Polycyclique)	NFX 33-012
BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes)	Méthode interne, Headspace GCMS
PCB 7 composés	Conforme à NF-EN 16167
Dioxines et furanes (17 congénères)	Méthode interne

17.3.6 CHOIX DES VALEURS DE REFERENCE

En l'absence de valeur réglementaire, les résultats analytiques obtenus sont comparés à titre indicatif :

- aux valeurs de l'arrêté du 9 août 2006, modifié le 19 juillet 2014 et le 29 juillet 2016, relatif à la qualité des sédiments extraits de cours d'eau ou canaux (niveaux relatifs aux éléments et composés traces) ;
- au système d'Evaluation de la Qualité de l'Eau (SEQ-Eau), relatif à la circulaire DCE 2005/12 et à la grille d'évaluation version 2 du 21 mars 2003 - Agences de l'eau ;
- pour les sommes des 17 congénères dioxines et furanes, pour les valeurs d'équivalent toxique, aux valeurs de bruit de fond anthropique (90ème percentile) concernant les dioxines et furanes déterminées par le BRGM (réf : BRGM/RP-56132-FR).

17.3.7 RESULTATS ANALYTIQUES

Les tableaux en pages suivantes présentent les concentrations mesurées dans les eaux souterraines en comparaison aux valeurs précitées. Les bordereaux d'analyses du laboratoire sont en **annexe 19.**

Tableau 61 : Résultats analytiques sur les sédiments de l'*Arve*

		mars-14			août-14		déc.-14		oct.-18			Arrêté du 9 août 2006 - Niveaux relatifs aux éléments et composés traces	Système d'Evaluation de la Qualité de l'Eau (SEQ-Eau), relatif à la circulaire DCE 2005/12 et à la grille d'évaluation version 2 du 21 mars 2003					Dioxines/Furanes dans les sols français Second Etat des Lieux, analyses 1998-2007 », BRGM mars 2008)	
		Amont	Intermédiaire	Aval	Intermédiaire	Aval	Intermédiaire	Aval	Amont	Intermédiaire	Aval		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais	Bruit de fond anthropique dans les zones rurales (toutes anciennetés) et urbaines (n'ayant pas connues le fonctionnement d'un incinérateur au-delà des 10 dernières années)	Bruit de fond anthropique dans les zones urbaines/ industrielles (ayant connues le fonctionnement d'un incinérateur au-delà des 10 dernières années)
Paramètres	Unités																		
METAUX																			
Arsenic (As)	mg/kg	**8,1**	**15**	**20**	**15**	**15**			**5,3**	**22**	**14**	**30**	**<1**	**1 - 9,8**	**9,8 - 33**	**>33**	-	-	-
Cadmium (Cd)	mg/kg	<0,1	<0,1	**0,2**	<0,1	**0,13**			<0,2	<0,2	<0,2	**2**	**<0,1**	**0,1 - 1**	**1 à 5**	**>5**	-	-	-
Chrome (Cr)	mg/kg	**13**	**10**	**20**	**19**	**15**			**7,4**	**9,5**	**16**	**150**	**<4,3**	**4,3 - 43**	**43 - 110**	**<100**	-	-	-
Cuivre (Cu)	mg/kg	**21**	**11**	**25**	**15**	**12**			**5,50**	**6,6**	**8,4**	**100**	**<3,1**	**3,1 - 31**	**31 - 140**	**>140**	-	-	-
Mercure (Hg)	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	na		<0,05	<0,05	<0,05	**1**	**<0,02**	**0,02 - 0,2**	**0,2 -1**	**>1**	-	-	-
Nickel (Ni)	mg/kg	**13**	**12**	**18**	**18**	**14**			<10	**11,0**	<10	**50**	**<2,2**	**2,2 - 22**	**22 -48**	**>48**	-	-	-
Plomb (Pb)	mg/kg	**15**	**15**	**18**	**21**	**20**			**9,0**	**11,0**	**10,0**	**100**	**<3,5**	**3,5 - 35**	**35 - 120**	**>120**	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/kg	**36**	**41**	**89**	**53**	**52**			**28**	**46**	**31**	**300**	**<12**	**12 -120**	**120 -460**	**>460**	-	-	-
BTEX																			
Benzène	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
Toluène	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			<0,02	0,1	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethylbenzène	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
Orthoxylène	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	na		<0,02	<0,02	<0,02	-	**<0,002**	**0,002 - 0,02**	**0,02 -0,2**	-	-	-	-
Para- et Métaxylène	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			<0,02	<0,02	<0,02	-	**<0,004**	**0,004 - 0,04**	**0,04 -0,4**	-	-	-	-
Xylènes	mg/kg	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50			<0,04	<0,04	<0,04	-	-	-	-	-	-	-	-
BTEX total	mg/kg	nd	nd	nd	nd	nd			nd	nd	nd	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS (COHV)																			
tétrachloroéthylène	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			<0,02	<0,02	<0,02	-	**<0,25**	**0,25 - 2,5**	**2,5 -25**	**>25**	-	-	-
trichloroéthylène	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
1,1-dichloroéthène	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			<0,02	<0,03	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
cis-1,2-dichloroéthène	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			<0,02	<0,03	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
trans-1,2-dichloroéthylène	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
chlorure de vinyle	mg/kg	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03			<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
1,1,1-trichloroéthane	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
1,2-dichloroéthane	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
tétrachlorométhane	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	na		<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
chloroforme	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
dichlorométhane	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
1,2-dichloropropane	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
trans-1,3-dichloropropène	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
cis-1,3-dichloropropène	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
bromoforme	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
hexachlorobutadiène	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			<0,02	<0,02	<0,02	-	**<0,016**	**0,016-0,16**	**0,16 -1,6**	**>1,6**	-	-	-
HYDROCARBURES TOTAUX (HCT)																			
fraction C10-C12	mg/kg	<4	<4	<4	<4	<4			<6	<6	<5	-	-	-	-	-	-	-	-
fraction C12-C16	mg/kg	<4	<4	**9,00**	<4	<4			<11	<12	<10	-	-	-	-	-	-	-	-
fraction C16-C21	mg/kg	**5,0**	<2	**46,0**	**5**	<4	na		<22	<25	<19	-	-	-	-	-	-	-	-
fraction C21-C40	mg/kg	**20,0**	**26,0**	**382,0**	**83**	<4			<15	<17	<13	-	-	-	-	-	-	-	-
hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg	**28**	**26**	**435**	**88**	<20			<31	<33	<26	-	-	-	-	-	-	-	-
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)																			
Naphthalène	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050			<0,01	<0,01	<0,01	-	**<0,005**	**0,005 à 0,05**	**0,05 - 7,5**	**>7,5**	-	-	-
Acénaphthylène	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050			<0,01	<0,01	<0,01	-	**<0,005**	**0,005 à 0,05**	**0,05 - 7,5**	**>7,5**	-	-	-
Acénaphthène	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050			<0,01	<0,01	<0,01	-	**<0,005**	**0,005 à 0,05**	**0,05 - 7,5**	**>7,5**	-	-	-
Fluorène	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050			<0,01	<0,01	<0,01	-	**<0,005**	**0,005 à 0,05**	**0,05 - 7,5**	**>7,5**	-	-	-
Phénanthrène	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050			<0,01	<0,02	<0,01	-	**<0,005**	**0,005 à 0,05**	**0,05 - 7,5**	**>7,5**	-	-	-
Anthracène	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050			<0,01	<0,02	<0,01	-	**<0,005**	**0,005 à 0,05**	**0,05 - 7,5**	**>7,5**	-	-	-
Fluoranthène	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050			<0,01	0,03	<0,01	-	**<0,005**	**0,005 à 0,05**	**0,05 - 7,5**	**>7,5**	-	-	-
Pyrène	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050			<0,01	0,02	<0,01	-	**<0,005**	**0,005 à 0,05**	**0,05 - 7,5**	**>7,5**	-	-	-
Benzo(a)anthracène	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	na		<0,01	0,02	<0,01	-	**<0,005**	**0,005 à 0,05**	**0,05 - 7,5**	**>7,5**	-	-	-
Chrysène	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050			<0,02	0,02	<0,01	-	**<0,005**	**0,005 à 0,05**	**0,05 - 7,5**	**>7,5**	-	-	-
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050			<0,02	<0,02	<0,02	-	**<0,005**	**0,005 à 0,05**	**0,05 - 7,5**	**>7,5**	-	-	-
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050			<0,02	<0,02	<0,02	-	**<0,005**	**0,005 à 0,05**	**0,05 - 7,5**	**>7,5**	-	-	-
Benzo(a)pyrène	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050			<0,02	<0,02	<0,01		**<0,0005**	**0,0005 - 0,005**	**0,005 - 0,75**	**>0,75**	-	-	-
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050			<0,02	<0,02	<0,01	-	**<0,0005**	**0,0005 - 0,005**	**0,005 - 0,75**	**>0,75**	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050			<0,01	<0,01	<0,01	-	**<0,005**	**0,005 à 0,05**	**0,05 - 7,5**	**>7,5**	-	-	-
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050			<0,02	<0,02	<0,02	-	**<0,005**	**0,005 à 0,05**	**0,05 - 7,5**	**>7,5**	-	-	-
HAP totaux	mg/kg	nd	nd	nd	nd	nd			<0,23	<0,25	<0,19	**22 800**	-	-	-	-	-	-	-
POLYCHLOROBYPHENYLES (PCB)																			
PCB 28	µg/kg	<1	<1	<1	<1	<1			<1	<1	<1	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB 52	µg/kg	<1	<1	<1	<1	<1			<1	<1	<1	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB 101	µg/kg	<1	<1	<1	<1	<1			<1	<1	<1	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB 118	µg/kg	<1	<1	<1	<1	<1			<1	<1	<1	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB 138	µg/kg	<1	<1	<1	<1	**1,6**	na		<1	<1	<1	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB 153	µg/kg	<1	<1	<1	<1	**2,3**			<1	<1	<1	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB 180	µg/kg	<1	<1	<1	<1	**2,0**			<1	<1	<1	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB totaux (7)	µg/kg	nd	nd	nd	nd	**6,0**			<7	<7	<7	**680**	**<6**	**6 à 60**	**60 -670**	**>670**	-	-	-
PCB-DL																			
OMS 2005-PCB-TEQ - limite inférieure	ng/kg	na			na		**0,0197**	**0,00279**	nd	nd	nd	-	-	-	-	-	-	-	-
OMS 2005-PCB-TEQ - limite supérieure	ng/kg						**0,142**	**0,131**	nd	nd	nd	-	-	-	-	-	-	-	-
DIOXINES ET FURANES																			
OMS 2005-PCDD/FTEQ - limite inférieure	ng/kg	na			na		nd	nd	nd	nd	nd	-	-	-	-	-	-	**3,2**	**20,8**
OMS 2005-PCDD/F-TEQ - limite supérieure	ng/kg						nd	nd	nd	nd	nd	-	-	-	-	-	-	-	-

na Non analysé
nd Non détecté
- Absence de valeur

17.3.8 EVOLUTION DES RESULTATS

- **Hydrocarbures totaux C10-C40 (HCT) :**

Pour la campagne de mars 2014, on observe de faibles concentrations du même ordre de grandeur pour les points aval et intermédiaire (concentrations respectives de 28 et 26 mg/kg) et une concentration modérée sur le point aval (435 mg/kg). Cela laisse penser à une contribution en hydrocarbures du secteur aval sur les sédiments de l'*Arve*.

Toutefois, ce constat n'est pas observé pour les campagnes d'août 2014 et novembre 2018. En effet, on note l'absence de détection ou de faibles concentrations en hydrocarbures sur l'ensemble des points.

- **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) :**

Les HAP ne sont jamais détectés sur l'ensemble des points.

- **Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV) :**

Les COHV ne sont jamais détectés sur l'ensemble des points.

- **Composés Mono-Aromatiques Volatils (BTEX) :**

Les BTEX ne sont jamais détectés sur l'ensemble des points.

- **Polychlorobyphényles (PCB) :**

Les PCB ne sont jamais détectés sur l'ensemble des points, à l'exception de traces sur le point aval en août 2014 (6 µg/l).

- **Eléments Traces Métalliques (ETM) :**

Les métaux présentent des concentrations inférieures aux valeurs de l'arrêté du 9 août 2006 relatif à la qualité des sédiments extraits de cours d'eau ou canaux. Globalement, les concentrations observées sont dans les gammes de valeurs « Bon » du système d'Evaluation de la Qualité de l'Eau (SEQ-Eau) et à la grille d'évaluation version 2 du 21 mars 2003 - Agences de l'eau.

- **Dioxines, furanes et PCB-DL :**

Pour les campagnes de décembre 2014 et novembre 2018, les dioxines, furanes et PCB-DL ne sont jamais détectés, à l'exception de traces dans les mêmes ordres de grandeur sur les points intermédiaires et aval en décembre 2014.

Globalement, les différentes campagnes d'investigations sur les sédiments mettent en évidence l'absence d'impact sur ce milieu.

18 MISSION A230 - INVESTIGATIONS SUR LES GAZ DU SOL REALISES

18.1 OBJECTIF

Les reconnaissances mises en œuvre sur les gaz du sol doivent permettre :

- **de caractériser le dégazage en polluants volatils depuis les sols, afin de vérifier la compatibilité sanitaire du projet ;**
- **de vérifier s'il y a production ou non de biogaz susceptible de générer des nuisances olfactives et des risques de type incendie / explosion.**

18.2 LE BIOGAZ

Le biogaz est un mélange composé essentiellement de méthane (CH_4) et de gaz carbonique (CO_2), avec en général, 40 à 60 % de CH_4 et de 40 à 60 % de CO_2 (Commission européenne 1992). Il est naturellement produit par les décharges en quantités variables en fonction de l'âge de la nature des déchets, des conditions d'oxygénation …

Les constituants du biogaz peuvent être classés en composés inorganiques (CH_4, CO_2, CO, H_2S, N_2 …) et en composés organiques (hydrocarbures et leurs produits d'oxydation, COHV …).

La production de biogaz est un phénomène naturel et provient de la fermentation de la matière organique. En plus du méthane et du gaz carbonique, il contient des quantités variables d'eau, d'azote, d'hydrogène, d'oxygène, d'aromatiques, de composés organo-halogénés et de métaux lourds. Le type de rejet gazeux varie en fonction du mode de dégradation des déchets, c'est-à-dire en aérobiose ou en anaérobiose.

Il est important de noter que le méthane est un gaz explosif, ce qui peut représenter un risque pour les usagers du site. De plus, la production de gaz tel que le H_2S peut être toxique.

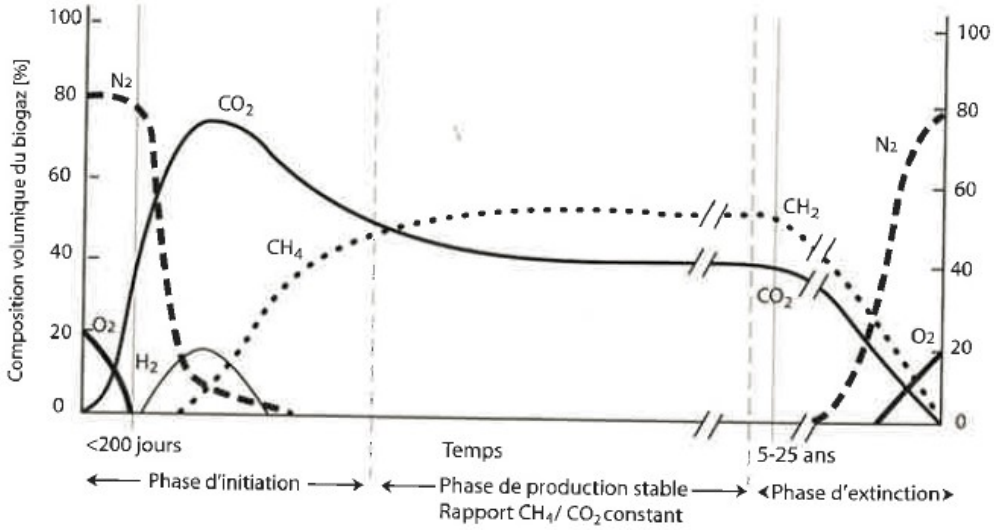


Figure 88 : Evolution de la composition du gaz de décharge (Source : ADEME)

18.3 STRATEGIE D'INVESTIGATION

Les investigations de sols ont mis en évidence la présence de polluants volatils dans les sols (HCT, BTEXN et COHV) et des déchets ménagers enfouis uniquement sur le secteur aval.

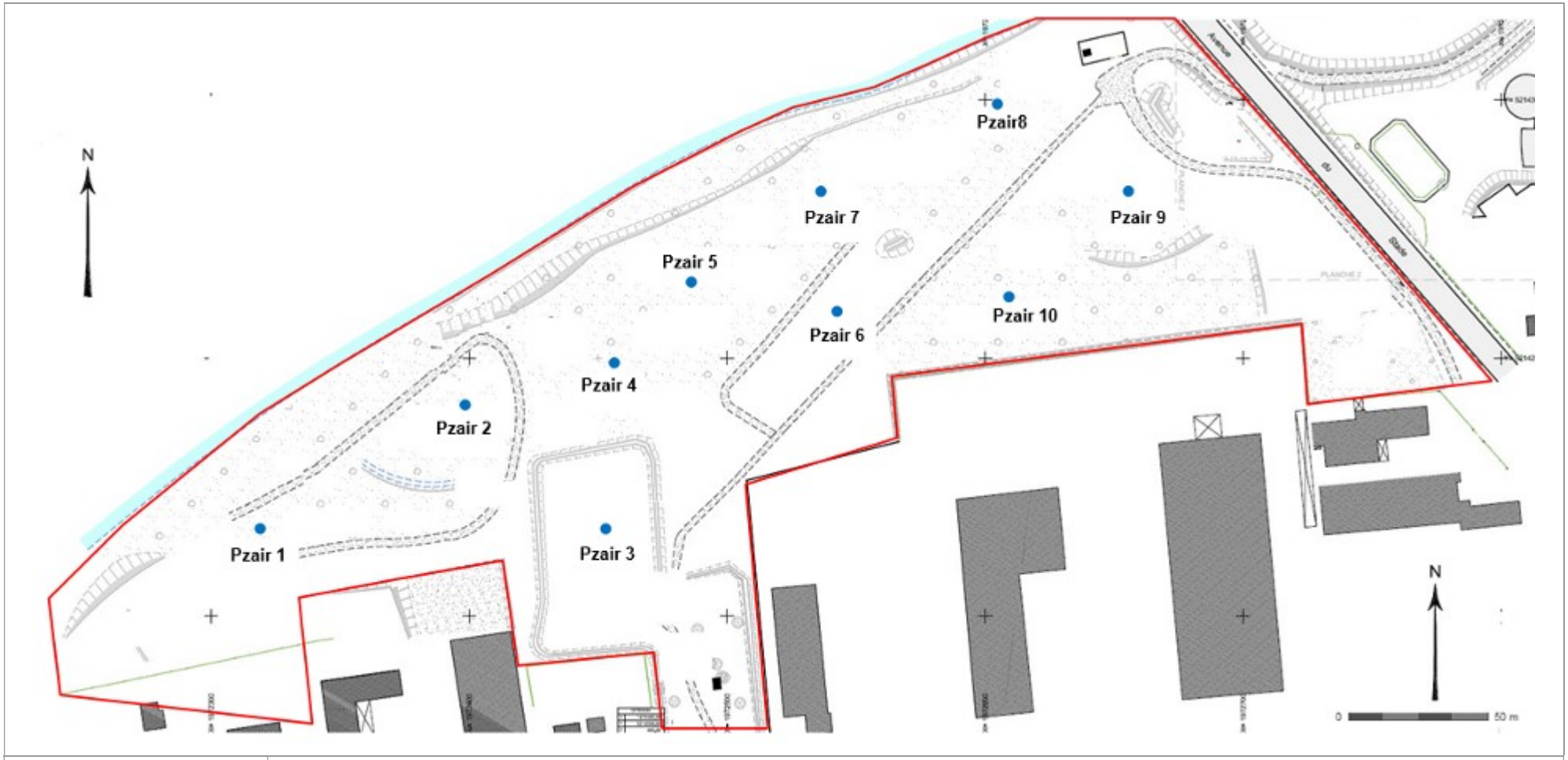
Ainsi, des investigations sur les gaz du sol ont été réalisées uniquement sur ce secteur.

La stratégie d'investigation des gaz du sol est décrite ci-dessous.

Tableau 62 : Stratégie d'investigation des gaz du sol

INSTALLATION / ACTIVITE	POLLUANTS PREDOMINANTS	NOMBRE DE SONDAGE ET PROFONDEUR
Secteur aval (positionnement homogène)	Hydrocarbures, COHV, BTEXN	**10 piézairs à 1 m** (0,5 m plein et 0,5 m crépiné)

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



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons – SIVOM de Cluses		
	Figure 89 : Localisation des piézairs sur le secteur aval	Référence :	52764094
		Source :	DEKRA
		Échelle :	Cf. figure

18.4 INSTALLATIONS DES PIÉZAIRS

Les piézairs ont été réalisés le 05/08/2018. Les principales étapes ont été les suivantes :

- réalisation d'un trou d' 1 m de profondeur à l'aide d'une pelle mécanique ;
- descente d'un tube PVC 25/33 mm vissé et crépiné en fond (0,5 m) ;
- rebouchage du trou avec les matériaux excavés.

Lors de la mise en place des piézairs, il a été mis en évidence la présence de remblais argilo-limoneux marrons foncés jusqu' à 1 m de profondeur avec quelques déchets ménagers.

18.5 MESURES SEMI QUANTITATIVES AU PID

Des mesures semi quantitatives ont été réalisées dans les piézairs à l'aide d'un PID (PhotonIonization Detector). C'est une analyse rapide qui permet de mesurer de manière in-situ les paramètres suivants :

- Composés Organiques Volatils (COV) : ce paramètre est non discriminant puisque la mesure effectuée par l'appareil pour les COV représente la somme de toutes les substances organiques volatiles présentes. Cette dernière s'exprime en ppm (partie par million) ;
- Hydrogène sulfuré (H_2S) : cette mesure s'exprime en ppm ;
- Monoxyde de carbone (CO) : cette mesure s'exprime en ppm ;
- Taux d'oxygène (O_2) : cette mesure s'exprime en % ;
- Pourcentage de la LEL (Limite Inférieure d'Explosivité) : ce paramètre mesure les gaz combustibles (principalement CH_4) et s'exprime en %.

Les résultats obtenus sur les piézairs du secteur aval le 05/08/2018 sont synthétisés au sein du tableau suivant.

Tableau 63 : Résultats des mesures PID effectuées sur les piézairs du secteur aval le 05/08/2018

PIEZAIRS	COV (PPM)	H_2S (PPM)	CO (PPM)	O2 (PPM)	LEL (%)
Piézair 1	0	0	4	17	0
Piézair 2	0	0	6	18,4	3
Piézair 3	0	0	5	19,2	17
Piézair 4	4	0	0	17,5	16
Piézair 5	1	0	20	17,9	23
Piézair 6	0	0	48	5,2	>100
Piézair 7	10	0	16	16,9	>100
Piézair 8	3	0	25	14,9	32
Piézair 9	2	0	30	12,9	>100
Piézair 10	1	0	33	16,7	22

Ces résultats mettent en avant :

- la présence de COV ;
- l'absence de H_2S ;
- la présence de CO ;
- des concentrations en O^2 plus basses que celle de l'atmosphère (20,9%) ;
- de fortes concentrations en gaz combustibles. Pour information, en considérant qu'il n'y a que du CH_4 dans la mesure, une valeur de 100% LEL signifie que nous avons 5% de CH_4 dans le mélange, soit 50 000 ppm, ce qui correspond à environ 32 800 mg/m^3 de CH4 (25°C, 1 atm) (avec les réserves d'usage sur les possibles interférences avec d'autres composés).

Ces résultats nous indiquent que des biogaz tels que des gaz combustibles et le CO sont produits sur le secteur aval. D'après les mesures PID obtenues, la décharge pourrait se trouver en phase de production stable ou en phase d'extinction.

18.6 PRÉLÈVEMENT DE GAZ DU SOL

Les standards de prélèvement d'air sont disponibles et relativement nombreux. Nous observerons les usages de la norme ISO-10381-7 « Ligne directrice pour l'échantillonnage de l'air du sol ».

Le prélèvement de gaz du sol a été réalisé selon la procédure décrite ci-dessous.

Tableau 64 : Stratégie d'échantillonnage des gaz du sol

PHASE	OPERATION
1	Pénétration du PID dans le tube PVC puis lecture des mesures
2	Purge minimum de 5 fois le volume d'air contenu dans l'ouvrage
3	Pénétration d'une ampoule de charbon actif fixée sur une canne de prélèvement au sein du tubage
4	Obturation de l'extrémité supérieure du tubage
5	Connexion d'une pompe Gilair calibrée à environ 0.5 L/min à la canne de prélèvement pour le prélèvement
6	Pompage à l'aide de la pompe sur une durée comprise entre 10 et 30 min
7	Extraction de la canne et de l'ampoule
8	Etiquetage et entreposage de l'ampoule en glacière

Seuls les piézairs 4 et 6 ont été analysés. Les prélèvements ont été réalisés le 21 août 2014.

18.7 PROGRAMME ANALYTIQUE

Les analyses ont été réalisées dans le laboratoire AGROLAB, accrédité COFRAC. Le programme analytique appliqué aux échantillons prélevés est présenté ci-après.

Tableau 65 : Présentation des normes analytiques sur le milieu gaz du sol

PARAMETRES	NORMES ANALYTIQUES
TPH	Méthode interne
BTEXN	
COHV	

18.8 CHOIX DES VALEURS DE RÉFÉRENCE

Aucune valeur de gestion ou référentiel d'interprétation n'existe pour le milieu gaz du sol. Les valeurs de comparaison utilisées dans cette étude sont les seuils de quantificationn du laboratoire.

18.9 RÉSULTATS ANALYTIQUES

Le tableau en page suivante présente les concentrations mesurées dans les gaz du sol lors des deux campagnes de prélèvements. Les bordereaux d'analyses du laboratoire sont en **annexe 20**.

Les charbons actifs sont constitués de 2 zones : la zone de mesure à proprement parlé et la zone de contrôle. Aucune concentration ne devrait être détectée dans la zone de contrôle, dans le cas contraire cela impliquerait une saturation de la zone de mesure et une possible sous-estimation des concentrations réelles. Pour les Pzair 4 et 6, quelques concentrations sont retrouvées dans la zone de contrôle pour les BTEX, ce qui entraîne une sous-estimation possible des concentrations réelles.

Les résultats analytiques mettent en évidence :

- **la détection de faibles concentrations en COHV. Seule la famille des chloroéthènes (le trichloroéthylène, le tétrachloroéthylène et leurs produits de dégradation) est détectée ;**
- **la détection de faibles concentrations en naphtalène ;**
- **la détection de fortes concentrations en BTEX au droit de Pzair 6 ;**
- **la détection de fortes concentrations en hydrocarbures aromatiques et aliphatiques au droit de Pzair. Les chaînes carbonées C8-C10 et C10-C12 sont les plus représentées.**

Tableau 66 : Résultats analytiques sur les gaz du sol (août 2014)

		Pzair 4		Pzair 6	
		Concentration mesurée (µg/support)	Concentration mesurée (µg/m^3)	Concentration mesurée (µg/support)	Concentration mesurée (µg/m^3)
Volume d'air pompé (m^3)		0,0106		0,0106	
Paramètres	Incertitude %				
COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS (COHV)					
Les chlorométhanes					
tétrachlorométhane	31,0	<0,2	<18,87	<0,2	<18,87
dichlorométhane	31,0	<0,5	<47,17	<0,5	<47,17
Trichlorométhane (Chloroforme)	31,0	<0,2	<18,87	<0,2	<18,87
Les chloroéthanes					
1,1,1-Trichloroéthane (1,1,1-TCA)	41,0	<0,2	<18,97	<0,2	<18,97
1,1,2-Trichloroéthane (1,1,2-TCA)	41,0	<0,2	<18,97	<0,2	<18,97
1,2-Dichloroéthane (1,2-DCA)	15,0	<0,2	<18,97	<0,2	<18,97
Les chloroéthènes					
Tétrachloroéthylène (PCE)	31,0	<0,2	<18,97	**0,3**	**30,2**
Trichloroéthylène (TCE)	31,0	**0,77**	**72,64**	**1,4**	**132,1**
1,1-Dichloroéthène (1,1-DCE)	33,0	<0,1	<9,43	<0,1	<9,43
cis-1,2-Dichloroéthène (Cis-1,2-DCE)	31,0	<0,2	<18,97	**0,6**	**58,5**
Trans-1,2-Dichloroéthylène (trans-1,2-DCE)	31,0	<0,2	<18,97	**0,5**	**47,2**
Chlorure de Vinyle (CV)	31,0	<0,1	<9,43	**0,4**	**36,8**
COMPOSES MONO AROMATIQUES VOLATILS (BTEX)					
Benzène	31,0	**0,11**	**10,4**	**13,2**	**1245,3**
Toluène	31,0	**0,34**	**32,1**	**4,1**	**386,8**
Ethylbenzène	33,0	**1,5**	**141,5**	**86,9**	**8198,1**
m,p-Xylène	31,0	**2,0**	**188,7**	**78,8**	**7434,0**
o-Xylène	31,0	**0,49**	**46,2**	**8,4**	**792,5**
Somme Xylènes	31,0	**2,5**	**235,8**	**87**	**8207,5**
HYDROVARBURES ALIPHATIQUES ET AROMATIQUES (TPH)					
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6	31,0	<2	<188,7	**42**	**3962,3**
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	31,0	**20**	**1886,8**	**870**	**82075,5**
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	31,0	**90**	**8490,6**	**2000**	**188679,2**
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	31,0	**6,1**	**575,5**	**1300**	**122641,5**
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	31,0	<2	<188,7	**100**	**9434,0**
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7	33,0	<2	<188,7	**13**	**1226,4**
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8	33,0	<2	<188,7	**4,1**	**386,8**
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	33,0	**9,9**	**934,0**	**320**	**30188,7**
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	31,0	<2	<188,7	**110**	**10377,4**
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	31,0	<2	<188,7	**11**	**1037,7**
HYDROVARBURES AROMATIQUES POYCYCLIQUES (HAP)					
Naphtalène	31,0	<0,1	9,4	**0,6**	**57,6**

LQ : Limite de Quantification
- : Pas de valeur de comparaison

x Valeur supérieure à la limite de quantification du laboratoire

19 MISSION A230 - INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LES GAZ DU SOL REALISES EN OCTOBRE ET NOVEMBRE 2018

19.1 OBJECTIF

Les reconnaissances mises en œuvre en novembre 2018 ont pour objectifs de caractériser plus finement le biogaz sur le secteur raval.

19.2 INSTALLATIONS DES PIÉZAIRS

Trois piézairs ont été réalisés le 8 octobre 2018, conformément au « Guide pratique pour la caractérisation des gaz du sol et de l'air intérieur en lien avec une pollution des sols et/ou des eaux souterraines » du 25/11/2016 réalisé par le BRGM. Les ouvrages ont été réalisés à l'aide d'une sondeuse GEOPROBE (carottier sous gaine) par la société ABYSSE, sous la supervision de DEKRA (cf. rapport IEM). Les sondages ont atteint une profondeur maximale d'investigation de 1,5 m.

Les principales étapes ont été les suivantes :

1. **Réalisation d'un forage** au moyen d'une sondeuse GEOPROBE (carottier sous gaine) jusqu'à une profondeur compris entre 1,5 m. Le trou de forage présente un diamètre de 60 mm ;
2. **Le forage a été équipé à l'aide d'un tubage** en PVC de diamètre extérieur 30 mm et intérieur 25 mm :
   - d'un tubage plein de la surface jusqu'à la zone crépinée (de 0 à 0,5 m de profondeur) ;
   - d'un tubage crépiné (de 0,5 m à 1,5 m de profondeur) ;
   - d'un bouchon de fond.

   A noter que la nappe d'eaux souterraine ayant été mesurée entre 2,5 et 3,5 m, les piézairs installés à une profondeur de 1,5 m respectent un espace de 1m au-dessus du toit de la nappe d'eaux souterraines.
3. **L'espace annulaire** (espace entre le tubage et les parois du sondage) a été rempli de gravier au niveau des crépines. La granulométrie du gravier roulé, lavé est de 1,2 mm à 1,6 mm. Au niveau du tube plein (entre le haut de la partie crépinée et la surface du sol) :
   - en surface : 0,3 m de béton pour assurer une bonne étanchéité et renforcer la partie supérieure de l'ouvrage ;
   - pour le reste de l'espace annulaire autour du tube plein : de la bentonite en granulé.
4. **Le tubage a été fermé** à l'aide d'un système étanche (bouchon). Les piézairs doivent rester fermés et étanches entre les campagnes de prélèvement.
5. **L'identification des ouvrages** sur site par des marquages permanents.

Quatre piézairs ont été réalisés le 7 novembre 2018 à l'aide d'un tractopelle mis à disposition par la mairie de Marnaz. Les principales étapes ont été les suivantes :

- réalisation d'un trou d' 1,5 m de profondeur à l'aide d'une pelle mécanique ;
- descente d'un tubage PVC plein de la surface jusqu'à la zone crépinée (de 0 à 0,5 m de profondeur), d'un tubage PVC crépiné (de 0,5 m à 1,5 m de profondeur) et d'un bouchon de fond.
- rebouchage du trou avec les matériaux excavés.

Les coupes techniques des piézairs sont présentées en **annexe 21.**

19.3 LOCALISATION DES PIÉZAIRS

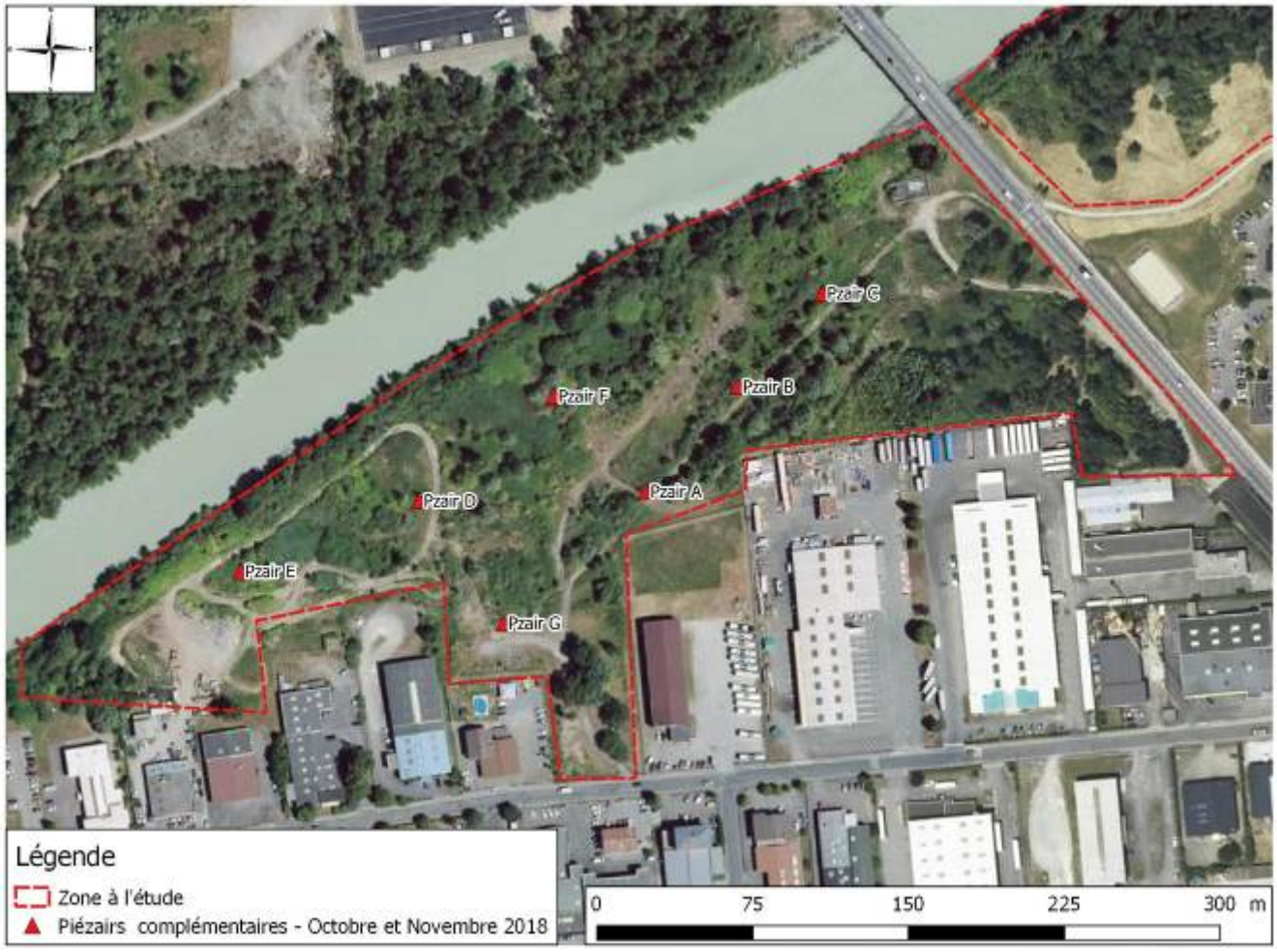
Les piézairs ont été installés de maniéré homogène sur le massif de déchets du secteur aval.

Les coordonnées géographiques des sondages de sol sont fournies dans le tableau ci-dessous. Les points de sondages ont été repères par DEKRA via le GPS GARMIN ETREX (précision de 3 m environ).

Tableau 67 : Coordonnées géographiques des piézairs complémentaires

	COORDONNEES LAMBERT 93		
	X (m)	**Y (m)**	**Z (m NGF)**
Pzair A	972 291	6 558 687	~466
Pzair B	972 336	6 558 739	~466
Pzair C	972 374	6 558 783	~466
Pzair D	972 180	6 558 684	~465
Pzair E	972 095	6 558 649	~466
Pzair F	972 247	6 558 733	~465
Pzair G	972 221	6 558 625	~466

La localisation des piézairs complémentaires est présentée ci-dessous.



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons – SIVOM de Cluses		
	Figure 90 : Localisation des piézairs complémentaires sur le secteur aval	Référence :	52764094
		Source :	Géoportail
		Échelle :	Cf. figure

19.4 ANALYSE DES BIOGAZ

Les prélèvements ont été réalisés le 08/11/2018. Pour l'analyse des biogaz, il a été utilisé l'analyseur portable GAS 3200 BIOGAS. Il permet la mesure in-situ des paramètres suivants : CH_4, CO_2, O_2 et H_2S. Une analyse au PID a également été réalisée afin de mesurer in-situ les COV, le CO et la LIE.

L'analyse a été réalisée selon la procédure décrite ci-dessous :

- insertion dans le piézair (en milieu de crépine) d'un flexible en téflon ;
- fermeture hermétique du tubage avec un bouchon percée en silicone (qualité laboratoire).
- mise en place d'un filtre absorbeur d'humidité ;
- raccord à la ligne de prélèvement relié à la sonde ou au PID.

Figure 91 : Analyse du biogaz au droit du Pzair A le 08/11/2018

19.5 NTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Les mesures in-situ enregistrées le 08/11/2018 sont présentées ci-dessous.

Tableau 68 : Mesures in-situ enregistrées le 08/11/2018 au droit des piézairs complémentaires sur le secteur aval

	ANALYSEUR GAS 3200 BIOGAS				PID		
PIEZAIRS	CH_4	CO_2	O_2	H_2S	COV	CO	LIE
Pzair A	0,01 %	0,28 %	11,3 %	1 ppm	0	0	Over Low
Pzair B	1,02 %	1,4 %	3,5 %	1 ppm	0	11	Over Low
Pzair C	1,46 %	0 %	5,32 %	3 ppm	0	0	Over Low
Pzair D	0,06 %	7,89 %	8,73 %	1 ppm	2	0	3
Pzair E	2,20 %	10,50 %	6,42 %	0 ppm	2	14	21
Pzair F	1,11 %	11,14 %	4,93 %	1 ppm	5	45	33
Pzair G	2,87 %	3,41 %	6,27 %	1 ppm	8	90	Over Low

Les résultats mettent en évidence :

- de faibles concentrations en méthane (CH_4), comprises entre 0,01 et 2,87 % ;
- des concentrations en CO_2 hétérogènes et faibles, comprises entre 0 et 11,14 % ;
- des concentrations en O_2 hétérogènes et faibles, comprises entre 03,5et 11,3 % ;
- des traces de H_2S (valeur maximale de 3 ppm) ;
- des faibles valeurs en COV (valeur maximale de 8 ppm) ;
- des valeurs en CO_2hétérogènes, comprises entre 0 et 90 ppm ;
- de fortes valeurs de LIE.

Globalement, ces valeurs mettent en évidence :

- **la décharge se trouve en phase d'extinction ;**
- **la faible production de méthane (gaz explosif) et de le H_2S (gaz toxique).**

20 SYNTHESE DES MILIEUX INVESTIGUÉS

La synthèse des milieux investigués est présentée ci-dessous.

21 SYNTHESE DES MILIEUX INVESTIGUÉS

Tableau 69 : Synthèse des milieux investigués sr le secteur amont et aval

	SECTEUR AMONT	SECTEUR AVAL
Milieu sol	• Il a été mis en évidence pour quelques fouilles, la présence de déchets de démolition (tuiles, briques, parpaings, béton armé, câbles électriques, plastiques, ferrailles …). La surface est estimée entre 5 000 et 7 000 m² pour une profondeur compris entre 0,5 et 2,5 m de profondeur maximum. • Il a été mis en évidence des anomalies modérées en métaux et la présence d'anomalies ponctuelles et modérées en HCT et dioxines/furanes sur la zone présentant des déchets de démolition.	• Il a été mis en évidence de nombreux déchets ménagers (plastiques, ferrailles, bouteilles verres, tissus, papiers, composants électriques …) et de déchets de démolition (béton, brique, acier …). • Le massif de déchets s'étend sur les 3/4 du site (entre 38 000 et 43 000 m²) et est compris entre 0,4 et 5 m de profondeur maximum. Il est surmonté d'une couche de remblais argilo-limoneux comprise entre 0,4 et 1,8 m et repose sur le terrain naturel (alluvions de l'*Arve* et tourbe). L'ancien lit de la rivière l'*Arve* a été comblé par l'apport de déchets ménagers, industriels et de remblais. La délimitation de l'emprise du massif de déchets ménagers reste inconnue en bordure des sites SUBA, BARBIER et JB BOURQUI. • Le massif de déchets présente de fortes anomalies en HCT C10-C40, BTEX, COHV, PCB, métaux, dioxines et furanes. • La couche de remblais superficielle est légèrement impactée en hydrocarbures et sa perméabilité est caractérisée de peu à très peu perméable (vitesse d'infiltration entre 10^{-6} et 10^{-8} m/s).
Milieu gaz du sol	• De par l'absence d'anomalie en composés volatils dans le milieu sol et eaux souterraines, on note l'absence d'impact sur ce milieu. • De par l'absence de déchets ménagers, on note l'absence de biogaz sur le secteur amont.	• Il a été mis en évidence la volatilisation de HCT, BTEX et COHV. • Le massif d'ordures ménagères se trouve en phase d'extinction avec la faible production de méthane (gaz explosif) et de le H_2S (gaz toxique).
Milieu eaux souterraines	• On observe la présence de 2 nappes. Une nappe superficielle d'accompagnement de l'*Arve* avec un niveau statique à faible profondeur (entre 2 et 5 m) et un sens d'écoulement en direction de l'*Arve*. Cette nappe en relation avec l'Arve et est considérée comme vulnérable et sensible. On observe également une seconde nappe sous-jacente (nappe captive). Au sud du secteur aval, la profondeur des ouvrages (AEP) exploitant ce magasin aquifère est d'environ 27 m. Cette dernière s'écoule a priori dans le sens nord/nord-ouest. Cette nappe est considérée comme peu vulnérable (une couche de sable limoneux et argileux d'environ 12 m sépare la nappe superficielle de la nappe captive) et sensible (AEP). • Les différentes campagnes réalisées entre 2014 et 2019 mettent en évidence l'absence d'impact sur ce milieu à l'exception de fortes anomalies en HCT, PCB, BTEX, HAP, cis-1,2-dichloroéthène, chlorure de vinyle, dioxines, furanes et PCB-DL au droit de PZ2 situé en aval hydrogéologique du secteur aval de la décharge. Ce dernier présente une phase flottante de type hydrocarbures de plusieurs centimètres. On note également un enrichissement en DBO5, DCO, MES et l'azote total Kjeldahl des eaux souterraines traversant le massif de déchets du secteur aval. • Pour les campagnes de janvier 2015 et février 2019, aucune anomalie n'a été détectée au droit des eaux souterraines du captage AEP des Valignons (nappe captive). • Une canalisation enterrée d'assainissement traverse le secteur aval d'ouest en est. Cette dernière collecte les eaux usées de la zone industrielle jusqu'au poste de relevage. En période hautes eaux, cette canalisation est en partie dans la nappe souterraine. Aucune différence marquée entre les concentrations des effluents mesurées sur les points amont et aval n'est observée.	
Milieux eaux superficielles	• L'*Arve* s'écoule d'est en ouest en partie nord du site. Cette dernière est sensible et vulnérable à toute pollution issue du site. Elle présente une période hautes eaux en été (fonte des neiges). • Il a été mis en évidence l'absence d'impact sur ce milieu. Il est toutefois observé ponctuellement entre 2014 et 2019 de faibles anomalies en métaux, dioxines et furanes et chlorure de vinyle sur le point aval (aval du secteur aval).	
Milieux sédiments	• Les différentes campagnes d'investigations sur les sédiments de l'Arve mettent en évidence l'absence d'impact sur ce milieu.	

22 SCHEMA CONCEPTUEL V1 DE L'ETAT ACTUEL DU SITE

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

22.1 USAGE

Dans le cadre de l'élaboration du schéma conceptuel, nous retiendrons l'hypothèse du site dans son état actuel, à savoir :

- une zone en friche pour le secteur aval ;
- une zone enherbée et boisée pour le secteur amont, avec la présence d'un chemin pédestre et d'un terrain de football.

22.2 CIBLES ET ENJEUX POTENTIELS A PROTEGER

Au regard du scénario d'usage considéré, les cibles et enjeux à protéger sont les futurs usagers ou employés du site industriel.

Dans le cas des usages recensés, les cibles potentielles sont :

- sur site : usagers du site (promeneurs et sportifs) ;
- hors site : les usagers de l'*Arve* (pêcheurs), les résidents (enfants et adultes) et les employés adultes des sites industriels.

22.3 ANOMALIES IDENTIFIEES ET MILIEUX IMPACTES

Les anomalies identifiées par milieux sont présentées au sein du tableau suivant.

Tableau 70 : Anomalies identifiées par milieux (sur site)

MILIEUX	SECTEUR AVAL	SECTEUR AMONT
Sol	Fortes anomalies en HCT C10-C40, BTEX, COHV, PCB, métaux, dioxines et furanes	Anomalies modérées et ponctuelles en métaux, HCT et dioxines/furanes
Gaz sol	Fortes anomalies en HCT, BTEX et COHV	Absence d'impact
Eaux souterraines	Fortes anomalies en HCT, PCB, BTEX, HAP, cis-1,2-dichloroéthène, chlorure de vinyle, dioxines, furanes et PCB-DL au droit de PZ2. Enrichissement en DBO5, DCO, MES et l'azote total Kjeldahl des eaux souterraines traversant le massif	Absence d'impact

Tableau 71 : Anomalies potentielles par milieux (hors site)

MILIEUX	SECTEUR AVAL	SECTEUR AMONT
Sol	Anomalies potentielles en HCT C10-C40, BTEX, COHV, PCB, HAP, métaux, dioxines et furanes et PCB-DL au sein des sociétés SUBA, BARBIER et JB BOURQI	Absence d'impact
Gaz sol	Anomalies potentielles en HCT, BTEX et COHV au sein des sociétés SUBA, BARBIER et JB BOURQI	Absence d'impact
Eaux souterraines	Anomalies potentielles en HCT C10-C40, BTEX, COHV, PCB, HAP, métaux, dioxines et furanes et PCB-DL au sein des sociétés SUBA, BARBIER et JB BOURQI	Absence d'impact
Eaux superficielles et sédiments de l'*Arve*	Absence d'impact	Absence d'impact

La mobilité et la volatilité des HCT (Hydrocarbures totaux) sont inversement proportionnelles au nombre d'atomes de carbone au sein des chaines. Les polluants attendus dans le cas présent sont majoritairement lourds et peu volatils (fioul, huiles).

Les HAP sont des composés relativement stables et peu mobiles dans les sols. Parmi les 16 HAP dont la recherche est préconisée par l'US EPA, seul le naphtalène peut être considéré comme semi-volatil.

Les BTEX et COHV sont volatils et mobiles.

Les PCB, dioxines, furanes et PCB-DI ont une mobilité faible et sont peu volatils.

Les éléments traces métalliques sont relativement stables dans les sols bien qu'une fraction puisse être mobilisée par lixiviation par les eaux d'infiltration. Par ailleurs, le mercure peut, sous certaines conditions, se trouver sous une forme volatile.

22.4 IDENTIFICATION DES VOIES D'EXPOSITION ET DE TRANSFERT

Le détail des voies d'exposition et de transfert, sur site et hors site, leurs états dans le schéma conceptuel et les justifications sont données ci-dessous.

Tableau 72 : Voies de transfert et nature des expositions sur site (secteur amont)

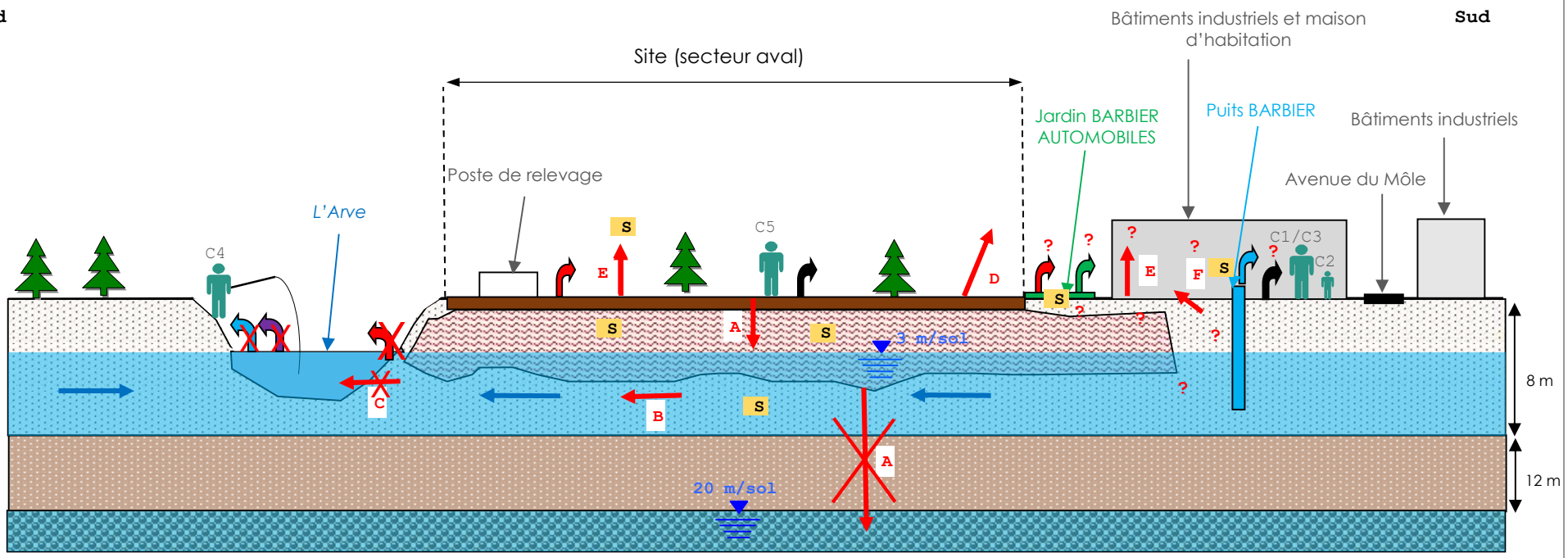
SOURCES DE POLLUTION POTENTIELLES	MILIEU D'EXPOSITION	NATURE DE L'EXPOSITION	PRISE EN COMPTE	CIBLES
Impact sur les milieux sols : **HCT, dioxines, furanes, métaux**	Sol	Ingestion directe de sol et/ou de poussières	Non (Présence d'une couverture végétale)	Usagers du site (promeneurs et sportifs)
		Adsorption cutanée de sols et/ou de poussières		
		Inhalation de polluants adsorbés sur les sols		
	Eaux souterraines	Ingestion directe d'eau contact cutané	Non (Pas d'usage de la nappe au droit du site)	
		Inhalation de vapeurs d'eau	Non (Absence de polluants)	
	Air ambiant	Inhalation de vapeurs liées au dégazage de la nappe et des sols	Non (Polluants non ou peu volatil)s)	
	Eaux superficielles	Ingestion directe d'eau contact cutané	Non (Pas d'usage des eaux souterraines au droit du site)	
		Inhalation de vapeurs d'eau		
	Eau potable	Absorption d'eau contaminée Ingestion d'eaux contaminées (perméation des canalisations traversant les sources)	Non (absence de canalisations)	
	Cultures destinées à la consommation humaine	Ingestion de végétaux cultivés sur site et arrosage de jardins potagers	Non (absence de culture)	

Tableau 73 : Voies de transfert et nature des expositions sur site (secteur aval)

SOURCES DE POLLUTION POTENTIELLES	MILIEU D'EXPOSITION	NATURE DE L'EXPOSITION	PRISE EN COMPTE	CIBLES
Impact sur les milieux sols, gaz du sol et eaux souterraines : **HCT, BTEX, COHV, PCB, PCB-DL, dioxines, furanes, métaux**	Sol	Ingestion directe de sol et/ou de poussières	**Oui** (Absence de revêtement)	Usagers du site (promeneurs)
		Adsorption cutanée de sols et/ou de poussières		
		Inhalation de polluants adsorbés sur les sols		
	Eaux souterraines	Ingestion directe d'eau contact cutané	Non (Pas d'usage de la nappe au droit du site)	
		Inhalation de vapeurs d'eau	**Oui** (dégazage de la nappe)	
	Air ambiant	Inhalation de vapeurs liées au dégazage de la nappe et des sols	**Oui** (polluants volatils potentiels)	
	Eaux superficielles	Ingestion directe d'eau contact cutané	Non (Pas d'usage des eaux souterraines au droit du site)	
		Inhalation de vapeurs d'eau		
	Eau potable	Absorption d'eau contaminée Ingestion d'eaux contaminées (perméation des canalisations traversant les sources)	Non (absence de canalisations)	
	Cultures destinées à la consommation humaine	Ingestion de végétaux cultivés sur site et arrosage de jardins potagers	Non (absence de culture)	

Tableau 74 : Voies de transfert et nature des expositions potentielles hors site (secteur aval)

SOURCES DE POLLUTION POTENTIELLES	MILIEU D'EXPOSITION	NATURE DE L'EXPOSITION	PRISE EN COMPTE	CIBLES
Impact potentiels sur les milieux sols, gaz du sol, air ambiant, eaux souterraines, eaux superficielles et sédiments de l'*Arve* et denrées alimentaires (potager) : **HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB, PCB-DL, dioxines, furanes, métaux**	Sol	Ingestion directe de sol et/ou de poussières	**Oui** (absence de revêtement sur certaines parcelles)	Résidents (enfants et adultes) et employés adultes des sites industriels
		Adsorption cutanée de sols et/ou de poussières		
		Inhalation de polluants adsorbés sur les sols		
	Eaux souterraines	Ingestion directe d'eau contact cutané	**Oui** (Usage de la nappe recensé)	
		Inhalation de vapeurs d'eau	**Oui** (Dégazage potentiel de la nappe)	
	Air ambiant	Inhalation de vapeurs liées au dégazage de la nappe et des sols	**Oui** (polluants volatils potentiels et présence de maisons individuelles et industries)	
	Eau potable	Absorption d'eau contaminée Ingestion d'eaux contaminées (perméation des canalisations traversant les sources)	**Oui** (présence de canalisations)	
	Cultures destinées à la consommation humaine	Ingestion de végétaux cultivés et arrosage de jardins potagers Ingestion de poisson de l'*Arve*	**Oui** (présence de potagers)	
	Eaux superficielles	Ingestion directe d'eau et contact cutané	Non (Absence d'impact)	Usagers de l'*Arve* (usage récréatif et halieutique)
		Inhalation de vapeurs d'eau		
	Sédiments	Ingestion directe d'eau et contact cutané		
	Denrées alimentaires	Ingestion de poisson de l'*Arve*		



Voies de transfert potentielles :

A : Transfert par migration

B : Transfert via les eaux souterraines

C : Transfert vers les eaux superficielles via les eaux souterraines

D : Transfert par envol de poussières

E : Volatisation de polluants

F : Transfert par perméation

Voies d'exposition potentielles :

Ingestion de sol, inhalation de poussières et contact cutané

Ingestion d'eau et contact cutané

Inhalation de polluant gazeux

Ingestion de poisson contaminé

Ingestion de légumes

Cibles :
C1 : Résidents – adultes
C2 : Résidents – enfants
C3 : Travailleurs adultes
C4 : Pêcheurs – adultes et enfants
C5 : Usagers du site - adultes et enfants

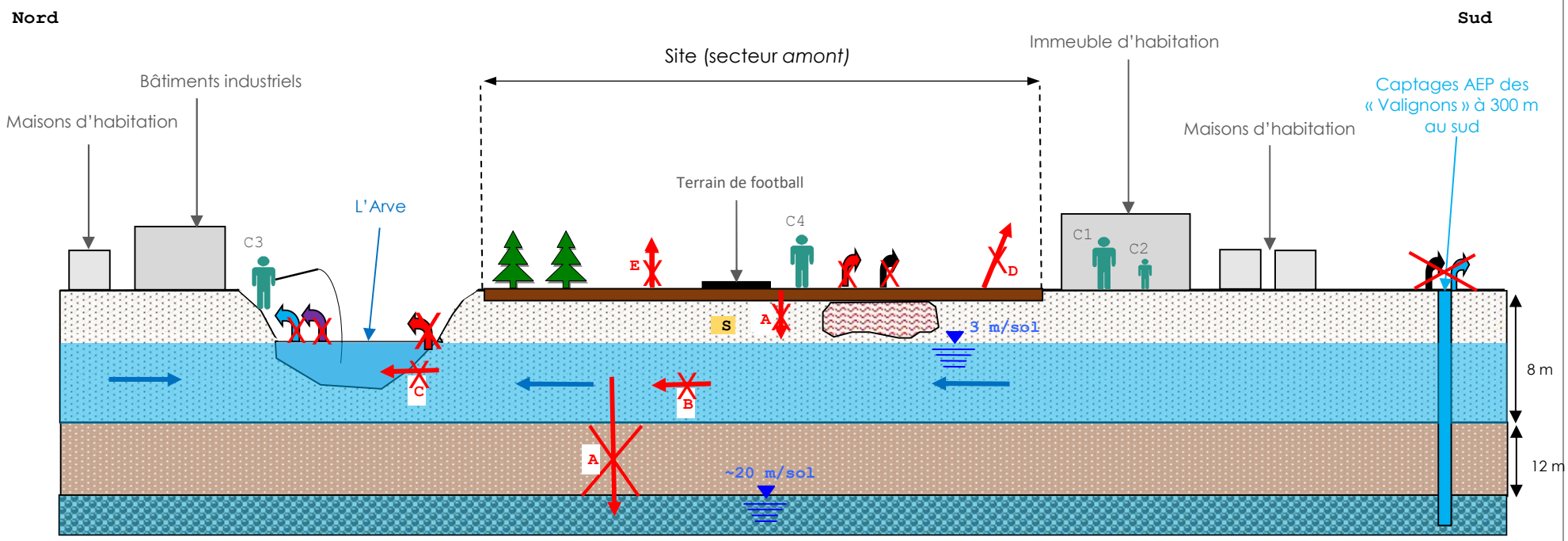
Sources de pollution identifiées et potentielles :

S Sol, gaz du sol, eaux souterraines, eaux superficielles et sédiments de l'Arve, air ambiant et denrées alimentaires

Ancienne décharge des Valignons – SIVOM de Cluses

Figure 92 : Schéma conceptuel V1 – Secteur aval

Référence :	52764094
Source :	DEKRA
Échelle :	-



Remblais limoneux
Alluvions récentes
Sables limono-argileux
Moraines
Déchets de démolition
Sens d'écoulement des eaux souterraines

Voies de transfert potentielles :

A : Transfert par migration

B : Transfert via les eaux souterraines

C : Transfert vers les eaux superficielles via les eaux souterraines

D : Transfert par envol de poussières

E : Volatisation de polluants

Voies d'exposition potentielles :

Ingestion de sol, inhalation de poussières et contact cutané

Ingestion d'eau contact cutané

Inhalation de polluant gazeux

Ingestion de poisson contaminé ou contact cutané

Cibles :
C1 : Résidents – adultes
C2 : Résidents – enfants
C3 : Pêcheurs – adultes et enfants
C4 : Usagers du site - adultes et enfants

Sources de pollution identifiées :
S Sol

DEKRA

Ancienne décharge des Valignons – SIVOM de Cluses

Figure 93 : Schéma conceptuel V1 – Secteur amont

Référence :	52764094
Source :	DEKRA
Échelle :	-

23 CARACTERISATION DES SOURCES DE POLLUTION CONCENTREE

Le guide méthodologique national de gestion des sites et sols pollués d'Avril 2017 précise que « lorsque des pollutions concentrées sont identifiées [...] la priorité consiste d'abord à extraire ces pollutions concentrées généralement circonscrites à des zones limitées et non pas à engager des études pour justifier leur maintien en place ».

D'après ce même guide, une pollution concentrée peut être définie comme un volume fini de milieu souterrain au sein duquel les concentrations en une ou plusieurs substances sont significativement supérieures aux concentrations de ces mêmes substances à proximité immédiate de ce volume même en l'absence d'émission dans l'environnement.

La définition de la pollution concentrée, sa délimitation, et donc son existence, résultent de la convergence des résultats d'au moins deux méthodes présentées dans le guide de l'UPDS d'avril 2016[6].

Les outils méthodologiques proposés dans le guide de l'UPDS sont les suivants :

- Méthode n°1 : Interprétation des constats de terrain ;
- Méthode n°2 : Analyse statistique (sur la base des données disponibles) ;
- Méthode n°3 : Détermination de la présence d'une phase organique – non appliquée dans ce cas-ci
- Méthode n°4 : Cartographie fondée sur des méthodes déterministes ;
- Méthode n°5 : Bilan massique fondé sur des méthodes déterministes – non appliquée dans ce cas-ci
- Méthodes n°6 : Approche intégrée géostatistique – non appliquée dans ce cas-ci ;

Au regard des données disponibles, des impacts constatés et de la nature des polluants rencontrés, la méthode n°1 des constats de terrain sera utilisée pour quantifier la pollution concentrée.

Les méthodes utilisées dans le cadre de la présente étude seront en première approche n°1, N°2 et n°4.

L'objectif au travers de ces trois méthodes sera de déterminer si les pollutions en hydrocarbures, et dioxine furanes relevées dans les sols au droit du site sont des pollutions concentrées - auquel cas des modalités de suppression de ces pollutions pourront être définies – et de définir pour ces pollutions concentrées un seuil de coupure.

Comme explicité précédemment dans ce document la suite de l'étude se concentrera sur la partie aval du site.

[6] Pollution concentrée : définition, outils de caractérisation et intégration dans la méthodologie de gestion des Sites et Sols Pollués, UPDS, avril 2016.

23.1 METHODE N°1 INTERPRETATION DES CONSTATS DE TERRAIN

Cette méthode présente comment les constats de terrain (odeur, couleur suspecte, nature des terrains…) peuvent apporter des éléments, généralement plutôt qualitatifs, pour définir une pollution concentrée.

Cette première méthode doit être complétée par d'autres méthodes énoncées ci-avant afin de recueillir l'ensemble des éléments de caractérisation de(s) pollution(s) concentrée(s) (données quantitatives notamment en terme de substances concernées, concentrations, bilan de masse…).

Les constats présentés au sein de cette méthode sont ceux effectués de manière standard en contexte de diagnostic de site pollué. Ils ne concernent pas les résultats d'appareils ou méthodes d'analyse quantitative « sur site » (kit PetroFlag®, appareil de mesures de métaux lourds in situ…).

Les constats effectués lors d'investigations de sols et/ou d'eaux souterraines donnant des éléments de définition d'une pollution concentrée dans les sols ou la nappe peuvent être les suivants :

- Observations visuelles des sols, de l'eau : couleur, texture, sol imbibé de phase organique, présence de déchets,… ;
- Mesures semi-quantitatives de composés volatils, par utilisation d'appareils à lecture directe (détecteur à photo-ionisation, ou PID, tubes colorimétriques…) ;
- Détection de la présence d'une phase organique flottante (LNAPL) ou coulante (DNAPL) dans un piézomètre et définition de son épaisseur, à l'aide d'une sonde multi-phases ;
- Profondeur des observations et mesures citées ci-dessus ;
- Pour les eaux souterraines, les mesures classiquement réalisées sur site : pH, conductivité, potentiel redox, O2 dissous, température.

Les anomalies constatées sont précisées sur les fiches de sondage de sol ou de prélèvement d'eau. Le profil lithologique des terrains rencontrés, noté sur les fiches de sondages, est un élément à corréler avec les constats de terrain, car il permet parfois d'approcher l'étendue possible des pollutions (présence de couche peu perméable pouvant limiter la migration des pollutions, identification des zones de remblais,…).

Ces informations permettent ainsi d'appréhender :

- Les couches de terrain présentant visuellement des anomalies fortes ;
- Les couches de terrain présentant des composés volatils et le degré des teneurs en volatils ;
- La présence de phase organique constatée lors de la réalisation de sondages de sol (terrains imbibés de phase organique dans la zone de battement de nappe ou dans les sols de la zone saturée, visuel de phase organique flottante en fond de fouille ayant atteint la nappe) ;
- La présence et l'épaisseur de phase organique flottante ou coulante dans un piézomètre.

Le tableau en page suivante synthétise les constats de terrain « suspects » relevés sur les différents sondages effectués au droit du site objet de l'étude.

En ce qui concerne les eaux souterraines, les ouvrages piézométriques ont permis de relever la présence de nombreux dépassement des valeurs de référence présenté dans les paragraphes précédents et ce en particulier au droit du piézomètre 2. En effet au droit de cet ouvrage il est observé une phase flottante sur la nappe phréatique. Ce point a été explicité dans les paragraphe précédent et un traitement particulier de cette phase flottante sera intégré dans les solutions de gestion présentées.

Tableau 15 : Synthèse des constats relevés sur les sols

réf sondage	horizon	remblais	déchets	couleur suspecte	détection PID en ppm
F1	1,5-2,8	X	X	noir	45
F2	1-2,9	X	X	noir	36
F2	0-1	X		gris	0
F3	1,5-3	X	X	noir	28
F3	0-1,5	X		gris	0
F4	1-2,8	X	X	noir	48
F6	1,5-3	X	X		66
F7	0-1,5	X	X	gris	0
F9	0-1,2	X			
F9	1,5-2,5	X	X	noir	57
F12	0-1,5	X	X	noir	14
F10	0,5-2,1	X	X	noir	15
F11	1,1-2,3	X	X	noir	42
F5	1,3-2,5	X	X	noir	4
F16	1,4-2,7	X	X	noir	11
F17	1,3-2,5	X	X	noir	56
F18	1-2	X	X	noir	40
F19	1,4-2,5	X	X	noir	26
F21	1,5-2,7	X	X	noir	20
F25	1,5-2,5	X	X	noir	24
F27	0-1,5	X		gris	0
F28	0-1	X		gris	0
F29	1,5-2,8	X	X	noir	4
F30	1,1-2,5	X	X	noir	22
F31	1,6-2,8	X	X	noir	4
F32	2-3	X	X	noir	15
F	1,3-3	X	X	noir	8
F14	1,5-2,8	X	X	noir	18
F20	1,2-2,2	X	X	noir	6
F26	1-2,5	X	X	noir	35
F34	1,3-2,6	X	X	noir	21
F15	0,5-1,8	X		gris	0

La synthèse des constats de terrain permet de mettre en évidence les principaux points suivants :

- Les épaisseurs de remblais sont très variables sur l'ensemble du site.
- Les épaisseurs du massif de déchet à proprement parler sont fortement variables à l'échelle du site. Toutefois ces deux compartiments semblent facilement reconnaissables de par leur couleur et les indices PID.
- Les détections PID réalisées montrent qu'une partie au moins des produits sont volatils mais ces détections sont faibles vis-à-vis des concentrations mesurées dans les sols

23.2 METHODE N°2 ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES DISPONIBLES

La méthode statistique permet d'avoir une première estimation de l'importance et de la répartition d'une pollution au droit d'un site, mais ne permet pas à elle seule de définir un seuil de coupure « théorique » robuste. Elle sera donc couplée, au chapitre suivant, à l'approche cartographique.

Le seuil de coupure « théorique » correspond au seuil au-dessus duquel il serait intrinsèquement intéressant de traiter la pollution en retirant un maximum de la masse de polluant, tout en ne traitant qu'un volume de sol limité.

Dans ce chapitre, le travail a été réaliser sur les concentrations relevées en hydrocarbures C10-C40, en effet les concentrations mesurées en dioxine furane même si elles montrent une véritable présence de ce type d'impact ne permettent pas d'obtenir des graphiques utilisables. Seules quelques échantillons ont montré une présence de dioxine ne permettant pas de réaliser une étude statistique solide de plus les zones présentant ces impacts recoupent des zones impactées aux hydrocarbures permettant de regrouper les zones de traitements.

Les graphiques suivants ont été réalisés en prenant en compte l'ensemble des échantillons analysés au cours des campagnes d'investigations réalisées sur les sols.

Le graphique suivant présente la répartition des concentrations en hydrocarbures détectées sous la forme d'un nuage de points, la distribution des concentrations détectées sous forme de fréquence et l'évolution de la distribution des concentrations (fréquences cumulées).

23.2.1 HYDROCARBURES C10-C40

Afin de caractériser la présence d'un éventuel bruit de fond et/ou de valeurs anormales significativement différentes dans la distribution des concentrations en Hydrocarbures totaux, des calculs statistiques sur 32 échantillons de sols ont été réalisés.

minimum	20
Percentile 10%	287,2
Percentile 25%	850,75
Médiane	2640
Percentile 75%	5290
Percentile 90%	9811
Percentile 95%	16645
Percentile 99%	61753
maximum	81500

Tableau 75 : Analyse statistique des concentrations en HCT (mg/kg)

D'après le tableau, il apparaît notamment que :

- 75% des concentrations en hydrocarbures sont inférieures ou égales à 5 290 mg/kg ;
- 95% des concentrations en hydrocarbures sont inférieures ou égales à 16 645 mg/kg.

Les concentrations sont tiré vers le haut car une concentration relevée dans les sols montre une valeur particulièrement élevé par rapport aux autres (81 500mg/kg/ms en F16), cette donnée fausse légèrement le jeu de données. Toutefois cette concentration ne peut être exclue du jeu de données car elle représente un point d'impact important de la gestion future de la zone.

La deuxième étape a pour objet de traiter les concentrations en termes de fréquence, avec réalisation d'une représentation graphique. Le travail a été réalisé avec un pas de 1000 mg/kg.

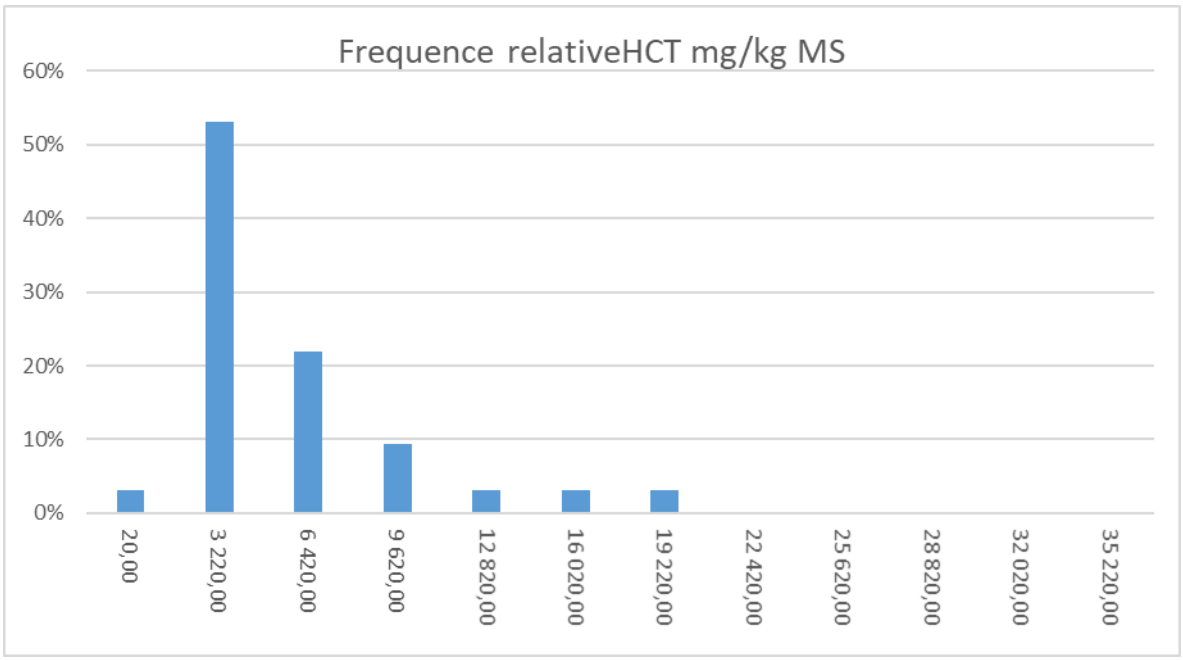


Figure 94 : Fréquences relatives des concentrations en HCT C10-C40 (mg/kg)

Le tableau et la figure ci-avant font apparaître un pic de fréquence des concentrations, centré sur la valeur de 3 220 mg/kg/ms un second pic moins important se détache à 6 420mg/kg/ms.

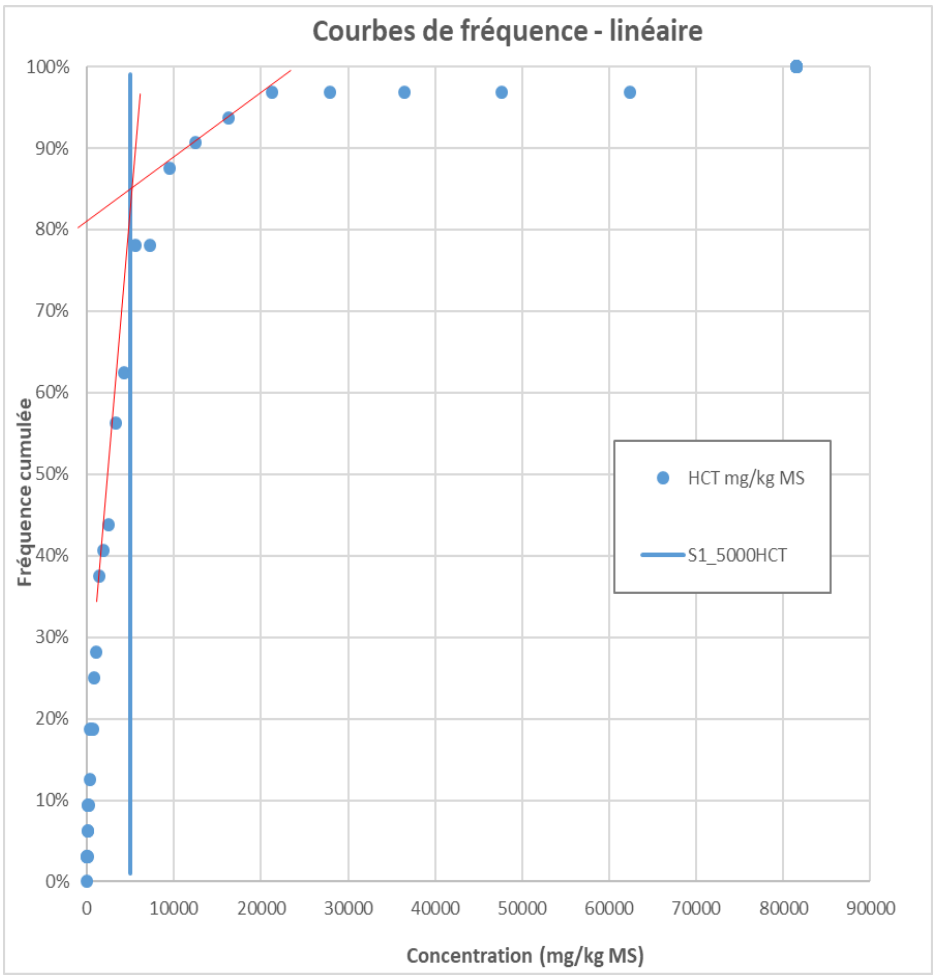


Figure 95 : Fréquences cumulées des concentrations en HCT C10-C40 (mg/kg)

La figure ci-avant fait quant à elle apparaître une rupture de pente vers 5 000 mg/kg, également cohérent avec le percentile 75 de 5 290 mg/kg.

Un graphique de répartition des concentrations a également été réalisé :

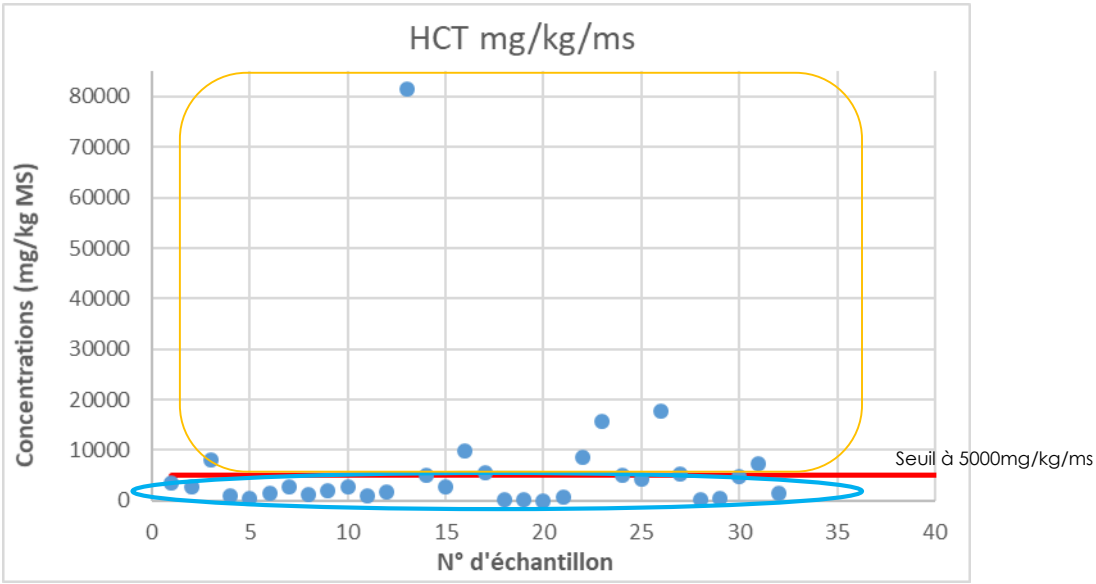


Figure 96 : Répartition des concentrations en HCT C10-C40 (mg/kg)

La figure ci-avant fait apparaître un pool d'échantillons entre 0 et 5 000 mg/kg, qui seraient assimilable au bruit de fond, et des points épars au-delà de 5 000 mg/kg.

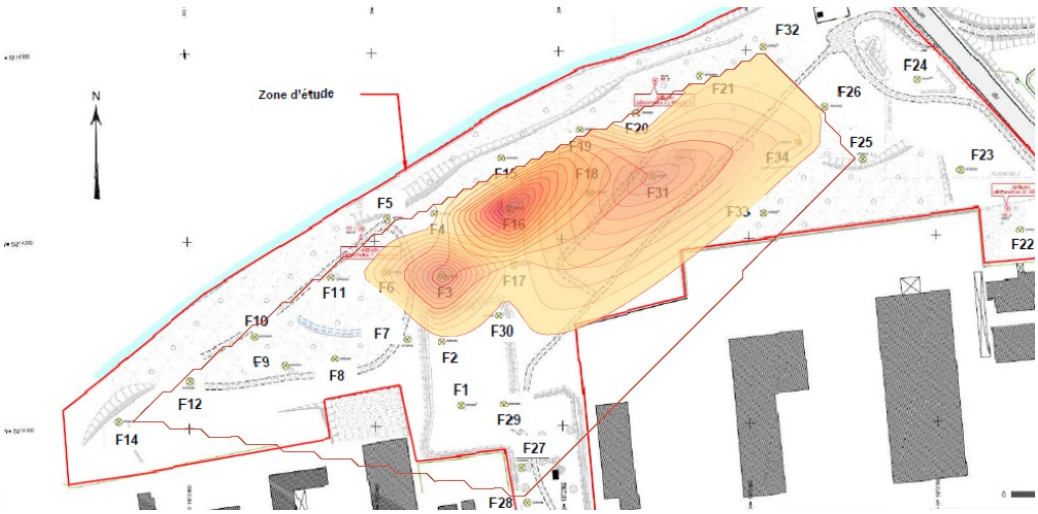
Sur la base de cette analyse statistique et en appliquant le principe de précaution, **une valeur limite de définition de la pollution concentrée en hydrocarbures sur le site peut être proposée à 5000 mg/kg en hydrocarbures C10-C40 dans les sols**. La population entre 5 000 - 80 000 mg/kg représenterait la pollution diffuse et résiduelle (puisque cette population restant potentiellement en place est supérieure au bruit de fond) et la population 0 - 5000 mg/kg le bruit de fond.

Cette interprétation est à confirmer en la croisant avec les résultats d'une autre méthode. L'analyse cartographique a été retenue afin de préciser s'il s'agit d'une ou plusieurs pollutions concentrées.

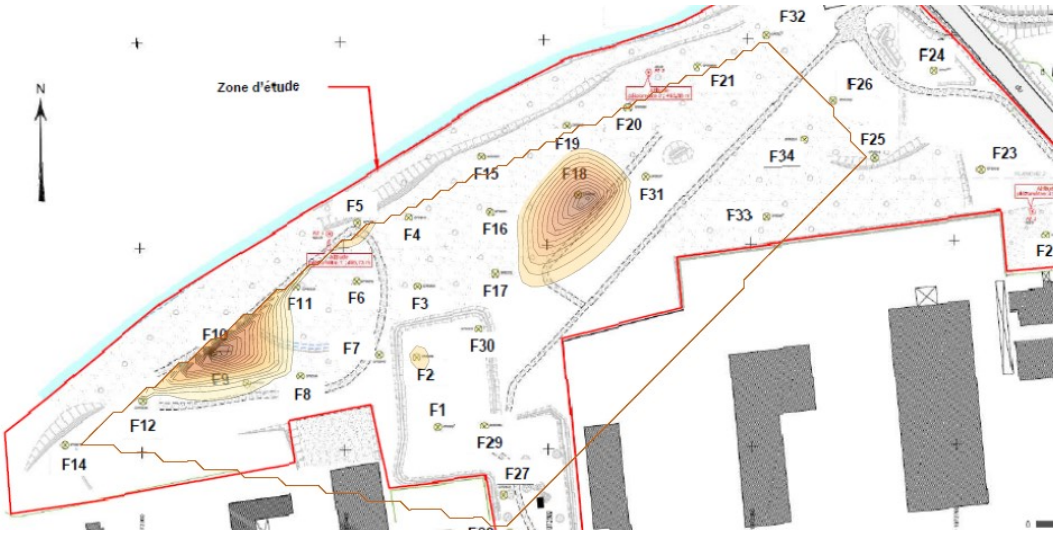
23.3 METHODE N°4 : CARTOGRAPHIE FONDEE SUR DES METHODES DETERMINISTES

L'objectif de cette méthode est de visualiser la répartition spatiale des mesures de pollution afin de permettre une interprétation de cette répartition et définir s'il s'agit d'une ou plusieurs pollutions concentrées. Les cartographies des concentrations en hydrocarbures ont été obtenues par interpolation des points par la méthode des voisins naturel en se basant sur les gammes de concentrations définies par l'analyse statistique. Dans cette approche il n'est pas retenue de couche de profondeur particulière, en effet les couches de déchets concerné par notre étude sont réparties sur une profondeur limité et fortement variable. Cette méthode à permis de limiter l'influence de la variation de la répartition du jeu de données.

La figure suivante présente la répartition des excavations en hydrocarbures au droit de la décharge seuil à 5000 mg/kg/ms :



La figure suivante présente la répartition des excavations en dioxine/furane au droit de la décharge présence de dioxine sans seuil :



Les cartographies mettent en évidence des pollutions concentrées au droit des zones « ouest » et « centre ».

Les zones montrant un impact sont mises en avant vis-à-vis des seuils étudiés précédemment, on observe une répartition assez homogène au centre du site avec une zone présentant un impact en dioxine plus à l'ouest.

23.4 CROISEMENT DES APPROCHES

23.4.1 ESTIMATION DES VOLUMES

Suites aux différentes campagnes de prélèvement sur le massif de déchets une étude statistique a permis de définir un seuil de traitement des pollutions à 5000 mg/kg/ms en hydrocarbures totaux C10-C40. Les hydrocarbures totaux C10-C40 sont le représentant majeur des pollutions observé au sein de la décharge et serviront de guide dans la dépollution. Le tableau suivant montre la répartition de la pollution dans les différentes fouilles qui ont été réalisées sur la zone aval. Les paragraphes précédents ont pu confirmer cette approche

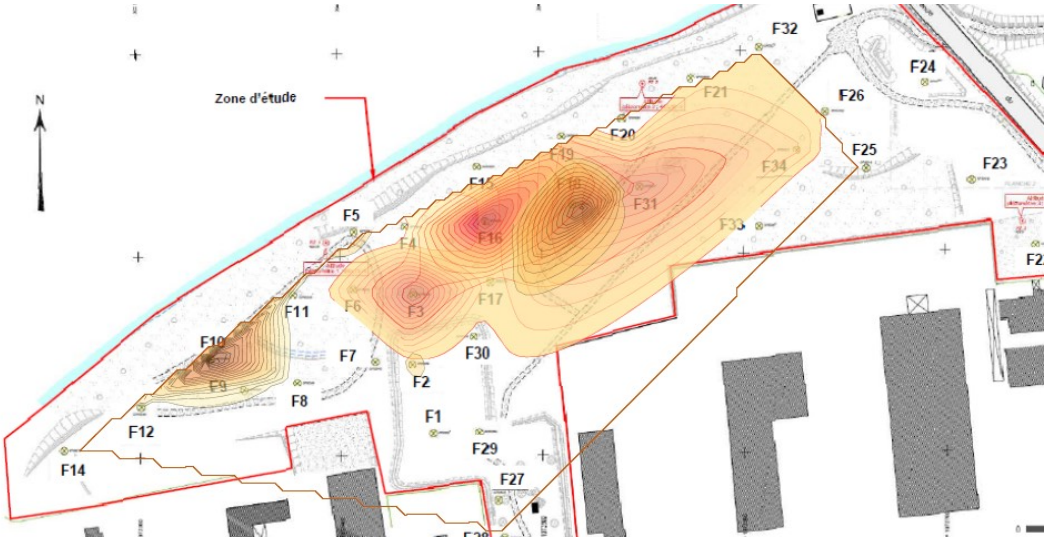
Tableau 76 répartition de la pollution

Fouille	mg/kg/ms	
F28 0-1	0	0,0%
F25 1,5-2,5	71	0,0%
F14 1,5-2,8	114	0,1%
F27 0-1,5	284	0,1%
F20 1,2-2,2	316	0,2%
F9 0-1,2	370	0,2%
F29 1,5-2,8	698	0,3%
F7 0-1,5	811	0,4%
F3 0-1,5	864	0,4%
F10 0,5-2,1	1130	0,6%
F15 0,5-1,8	1320	0,6%
F9 1,5-2,5	1390	0,7%
F4 1-2,8	1630	0,8%
F11 1,1-2,3	2050	1,0%
F2 1-2,9	2600	1,3%
F18 1-2	2600	1,3%
F5 1,3-2,5	2680	1,3%
F12 0-1,5	2690	1,3%
F1 1,5-2,8	3550	1,7%
F2 0-1	4110	2,0%
F26 1,2-2,2	4620	2,3%
F32 2-3	5030	2,5%
F17 1,3-2,5	5100	2,5%
F8 1,5-3	5250	2,6%
F21 1,5-2,7	5410	2,7%
F34 1,3-2,6	7360	3,6%
F6 1,5-3	7960	3,9%
F30 1,1-2,5	8560	4,2%
F19 1,4-2,5	9950	4,9%
F31 1,6-2,8	15700	7,7%
F3 1,5-3	17800	8,7%
F16 1,4-2,7	81500	40,0%
somme	**203518**	**100,0%**
somme impact supérieur à 5000 mg/kg/ms	**169620**	**83%**

- Le traitement des zones présentant un taux supérieur à 5000mg/kg/ms correspond au traitement de 83% de la pollution mesurée.

De nombreux impacts en dioxine/furanes ont été observé lors des investigations la gestion de ces impacts ne peut se faire au sein des mêmes filières que pour les hydrocarbures totaux C10-C40. De par leur dangerosité sanitaire et leur facilité à passer via la matrice eau dans les eaux de rivière ces impacts sont considérer comme majeurs et seront retirer. Ces impacts ont été observés sur 4 fouilles F5, F10, F18 et F2. Une étude de la répartition du massif de déchets a permis d'en établir un volume prévisionnel en vue d'une estimation d'excavation.

Répartition globale des zones à excavées dioxine et hydrocarbures :



Volumes à excaver :

Le volume global à excavé hydrocarbures et dioxine/furanes est estimé à 20 000m³avec un découpage de 15 000m3 pour la zone hydrocarbures et 5 000m3 pour la zone dioxine. Ce volume correspond à environ 15% du volume de déchets.

23.5 CARACTERISATION DE POLLUTION DANS LES EAUX SOUTERRAINES

Lors des différentes campagnes de prélèvement et de mesures sur les eaux souterraines il a été observé de nombreux dépassements au droit de la zone aval. Un point en particulier concentre les plus fortes concentrations, il s'agit du piézomètre Pz2, c'est le seul ouvrage présentant une phase flottante.

Les analyses réalisées sur cet ouvrage montrent de fortes concentrations en hydrocarbures totaux en solvants chloré en PCB et en PCB DL. Cet impact important semble toutefois assez localisé.

Les données issues des campagnes de suivi des eaux souterraines ont été présentée précédemment leur suivi est toujours en cours.

24 PROPOSITION DES OBJECTIFS DE REHABILITATION

24.1 OBJECTIFS PROPOSE POUR LES SOLS

- **Secteur amont** : Au regard de l'analyse des impacts (impacts nuls à faibles) ainsi que le schéma conceptuel sur le secteur amont (absence de voies d'exposition pour l'usage actuel), aucun travaux n'est jugé nécessaire. Des restrictions d'usages ainsi que des servitudes peuvent être néanmoins instituées.
- **Secteur aval** : Les objectifs des travaux de réhabilitation pouvant être définis suite à l'analyse des impacts et du schéma conceptuel sont :
    - Retirer les déchets au sein des zones les plus contaminé (suppression des hot-spots)
    - limiter les apports d'eau dans le massif de déchets (limiter la production de lixiviats) : apport direct par la pluie (limiter l'infiltration) et apport direct par le ruissellement (limiter les apports latéraux) ;
    - apport direct souterrain (limiter le contact avec les eaux souterraines) ;
    - limiter les impacts sur les eaux (limiter le rejet de liquide résiduel) ;
    - limiter les impacts sur l'air et les nuisances olfactives (limiter le niveau de rejet gazeux résiduel) ;
    - stopper les risques de remobilisation par les crues ;
    - limiter l'impact visuel (couverture, végétalisation).

Chaque objectif se traduisant par des solutions techniques et variées, il convient de les hiérarchiser en objectifs prioritaires et secondaires pour ajuster la gamme des moyens à mettre en œuvre.

Les objectifs de réhabilitation retenue compte tenu des impacts évoqués, sont synthétisés dans le tableau suivant.

24.2 OBJECTIFS PROPOSE POUR LES EAUX SOUTERRIANES

Le but de ce plan de gestion sera de prendre en compte l'impact au droit de cette zone tout en évitant son extension. Le but initial sera d'éliminer la phase flottante observé au droit de ce puits et d'en retirer la source autant que possible. Les cartes présentées ne permettent pas de représenter de manière lisible la localisation de ce piézomètre vis-à-vis des impacts observés dans le massif de déchets, mais les excavations qui sont prévues prendront en compte la zone où se trouve cet ouvrage.

De fait les travaux vont permette de retirer la source de l'impact observé sur la nappe au droit de ce piézomètre.

De plus un suivi sera des ouvrages sera poursuivi afin de pouvoir s'assurer de l'absence de retour de l'impact, en cas de retour de celui-ci (effet rebond) des moyens de gestions particulier pourront être mis en place. Ces moyens sont détaillés dans la suite de ce document.

Tableau 77 : Objectifs de réhabilitation sur le secteur aval

OBJECTIFS DE REHABILITATION	MESURES DE GESTION PROPOSEES
Réduction de la production de lixiviats et stabilisation chimique de la décharge	- Remodelage pour maîtriser les eaux de ruissellement - Couverture multicouches imperméables ou semi-perméables pour éviter l'infiltration des eaux de pluie
Impact sur les eaux souterraines	- Traitement de la phase pure au droit de PZ2
Eliminer le contact entre les usagers du site et les déchets	- Retrait de zone d'impact concentré (scénario 2) - Couverture multicouches imperméables ou semi-perméables (scénario 1 et 2)
Diminuer les inhalations de composés organiques volatiles pour les usagers du site	- Couverture multicouches imperméables ou semi-perméables
Améliorer l'insertion paysagère et lutter contre l'érosion	- Végétalisation
Lutter contre la remobilisation par les crues	- Enrochement des berges

25 MISSION PLAN DE GESTION AVEC BILAN COUTS/AVANTAGES

25.1 OBJECTIFS

La démarche d'un plan de gestion définie dans la circulaire du 8 février 2007 (mise à jour d'avril 2017) est de maîtriser les sources de pollution et leurs impacts tant sur les populations que sur l'environnement.

La méthodologie nationale en matière de sites et sols polluées préconise de traiter autant que possible les zones sources concentrées indépendamment de toute notion de risque, dans des conditions technico-économiques pertinentes et au regard des intérêts à protéger.

Dans le cas où l'intégralité de la zone source ne peut être traitée et/ou qu'une pollution résiduelle subsiste, il convient de maîtriser et surveiller la migration de la pollution et d'instituer des précautions garantissant que la pollution résiduelle ne génère pas de risque sanitaire.

Ainsi, lorsque des pollutions concentrées sont identifiées, la priorité consiste d'abord à déterminer les modalités de suppression des pollutions concentrées, plutôt que d'engager des études pour justifier leur maintien en l'état.

Le plan de gestion est étudié au regard des enjeux identifiés sur le schéma conceptuel (cf. § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

25.2 AGREGATION DES RESULTATS ET EVALUATION DES IMPACTS ET DES RISQUES

25.2.1 POTENTIEL POLLUANT DU MASSIF DE DECHETS

- **Secteur amont :** Présence de dépôt inerte. La surface est estimée entre 5 000 et 7 000 m² pour une profondeur compris entre 0,5 et 2,5 m de profondeur maximum. Il a été mis en évidence des anomalies modérées en métaux et la présence d'anomalies ponctuelles et modérées en HCT et dioxines/furanes sur la zone présentant des déchets de démolition. Une couverture végétale est présente sur l'ensemble du site.

  - **Le potentiel polluant du secteur amont est considérée comme faible.**

- **Secteur aval :** Présence de dépôt d'ordures ménagères, déchets industriels et de dépôt d'inertes et des activités d'incinération de déchets ménagers ont été réalisées. Le massif de déchets s'étend sur les 3/4 du site (entre 38 000 et 43 000 m²) et est compris entre 0,4 et 5 m de profondeur maximum (en partie dans la nappe). Il est surmonté d'une couche de remblais argilo-limoneux comprise entre 0,4 et 1,8 m et repose sur le terrain naturel (sables argileux et tourbes). L'âge du dépôt est vieux (40 ans) et ce dernier se trouve en phase d'extinction avec la faible production de méthane (gaz explosif) et de le H_2S (gaz toxique).

On note l'absence de problème de stabilité du dépôt. Le massif de déchets présente de fortes anomalies en HCT C10-C40, BTEX, COHV, PCB, métaux, dioxines et furanes.

➢ **Le potentiel polluant du secteur aval est considérée comme fort.**

25.2.2 IMPACTS SUR LES EAUX SOUTERRAINES

- **Secteur amont :** On note l'absence de d'impact sur ce milieu.

  ➢ **Absence d'impact sur les eaux souterraines.**

- **Secteur aval :** Le massif de déchets baigne en partie dans la nappe alluviale drainée par l'Arve, celle-ci s'écoulant en bordure de site. L'eau souterraine est à faible profondeur (entre 2,5 et 3 m) avec un sens d'écoulement vers le nord-ouest, en direction de l'Arve. La nappe est en relation directe avec la rivière et est en contact avec le massif de déchets.

  On note l'absence d'impact sur ce milieu à l'exception de fortes anomalies en HCT, PCB, BTEX, HAP, cis-1,2-dichloroéthène, chlorure de vinyle, dioxines, furanes et PCB-DL au droit de PZ2 situé en aval hydrogéologique du secteur aval de la décharge. Ce dernier présente une phase flottante de type hydrocarbures de plusieurs dizaines de centimètres. On note également un enrichissement en DBO5, DCO, MES et l'azote total Kjeldahl des eaux souterraines traversant le massif de déchets du secteur aval.

  ➢ **L'impact sur les eaux souterraines est considéré comme fort.**

25.2.3 IMPACTS SUR LES EAUX SUPERFICIELLES ET SEDIMENTS DE L'ARVE

L'Arve s'écoule d'est en ouest en partie nord du site. Cette dernière est sensible et vulnérable à toute pollution issue du site. Elle présente une période hautes eaux en été (fonte des neiges).

Il a été mis en évidence l'absence d'impact sur le milieu eau superficielle. Il est toutefois observé ponctuellement entre 2014 et 2019 de faibles anomalies en métaux, dioxines et furanes et chlorure de vinyle sur le point aval (aval du secteur aval).

Les différentes campagnes d'investigations sur les sédiments de l'Arve mettent en évidence l'absence d'impact sur ce milieu.

➢ **Absence d'impact sur les eaux superficielles et sédiments de l'Arve.**

25.2.4 IMPACTS SUR LES PAYSAGES ET MILIEUX

- **Aspect de surface** : Sur le secteur aval, peu de déchets sont visibles. On note la présence d'une couche de remblais en surface ainsi que de la végétation recouvrant le massif d'ordures ménagères (friche). Sur le secteur amont, on note un recouvrement végétal ainsi que des arbres et l'absence de déchets visibles.

- **Protection des milieux** : La zone d'étude se situe au sein de la ZNIEFF de type II « Ensemble fonctionnel de la rivière Arve ». Le site est situé également à proximité immédiat de la ZNIEFF de type I « Rives de l'Arve d'Anterne aux Valignons » et du site NATURA 2000 « Vallée de l'Arve ».

- **L'impact sur le paysage est considéré comme faible et l'impact sur les milieux est considéré comme fort.**

25.2.5 IMPACTS SUR LES HABITATS ET LA POPULATION

La densité de population est moyenne dans un rayon de 500 m, avec des usages d'habitations et d'industries. La distance à l'habitat de plus poche est faibles (<20 m pour le secteur aval).

- **L'impact sur les habitats et la population est considéré comme fort.**

25.2.6 IMPACTS EN PÉRIODE DE REMOBILISATION PAR LES CRUES

La majeure partie du secteur amont et aval est située en zone inondable. En cas de remobilisation des matériaux par les crues, les polluants présents dans la décharge pourront être dispersées dans l'Arve. Toutefois, le site ne présente pas de problème de stabilité et le massif de déchets est recouvert par une couche de remblais.

- **L'impact global de la décharge en période de remobilisation par les crues peut être estimé comme modéré.**

25.2.7 IMPACTS SUR LES ANIMAUX ET LA VEGETATION AU DROIT DE LA ZONE

En l'état aucune étude n'a été mené sur un impact potentiel sur les animaux passant par le site et sur la végétation présente au droit de la zone.

Le but des scénarii de réhabilitation présenter dans ce plan de gestion est de supprimer l'exposition potentielle des populations mais aussi des animaux pouvant transité par le site. La pose d'une couverture imperméable ainsi que le choix des essences végétale permettra à la fois de stabiliser et pérennisé le massif de déchet mais aussi par le choix judicieux d'essence à racine peu profonde empêcher un transfert vers la surface.

En limitant le transfert vers la surface on limite aussi l'impact potentiel sur les animaux pouvant transité par le site et se nourrissant de la végétation présente sur la zone.

Il n'est donc pas proposé de programme de surveillance avant modification du massif, un suivi si il est jugé pertinent par les administrations pourra être envisagé une fois les travaux de gestion du massif de déchets enclenché. Ce suivi pourra comprendre un recensement des espèces animales et végétales présentes sur la zone à différentes périodes de l'année ainsi que des prélèvements sur les végétaux de la zone.

25.2.8 SYNTHÈSE DES IMPACTS

La synthèse des impacts est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 78 : Synthèse des zones d'impacts identifiées

CRITERES	IMPACT
Potentiel polluant du massif de déchets	Secteur amont : Faible Secteur aval : Fort
Impact sur les eaux souterraines	Secteur amont : Absence Secteur aval : Fort
Impact sur les eaux superficielles et sédiments de l'*Arve*	Absence
Impacts sur les milieux	Secteurs amont et aval : Fort
Impacts sur les paysages	Secteurs amont et aval : Faible
Impacts sur les populations	Secteurs amont et aval : Fort
Impacts en période de remobilisation par les crues	Secteur amont : Faible Secteur aval : Fort

25.3 PROJET D'AMÉNAGEMENT DU SITE

A ce stade de l'étude, aucun projet d'aménagement du site n'a été défini.

Pour le secteur aval, nous considèrerons comme hypothèse de travail une reconversion pour usage sans structures sensibles (absence de bâtiment). Parler de la réunion réalisée et des éléments discutés

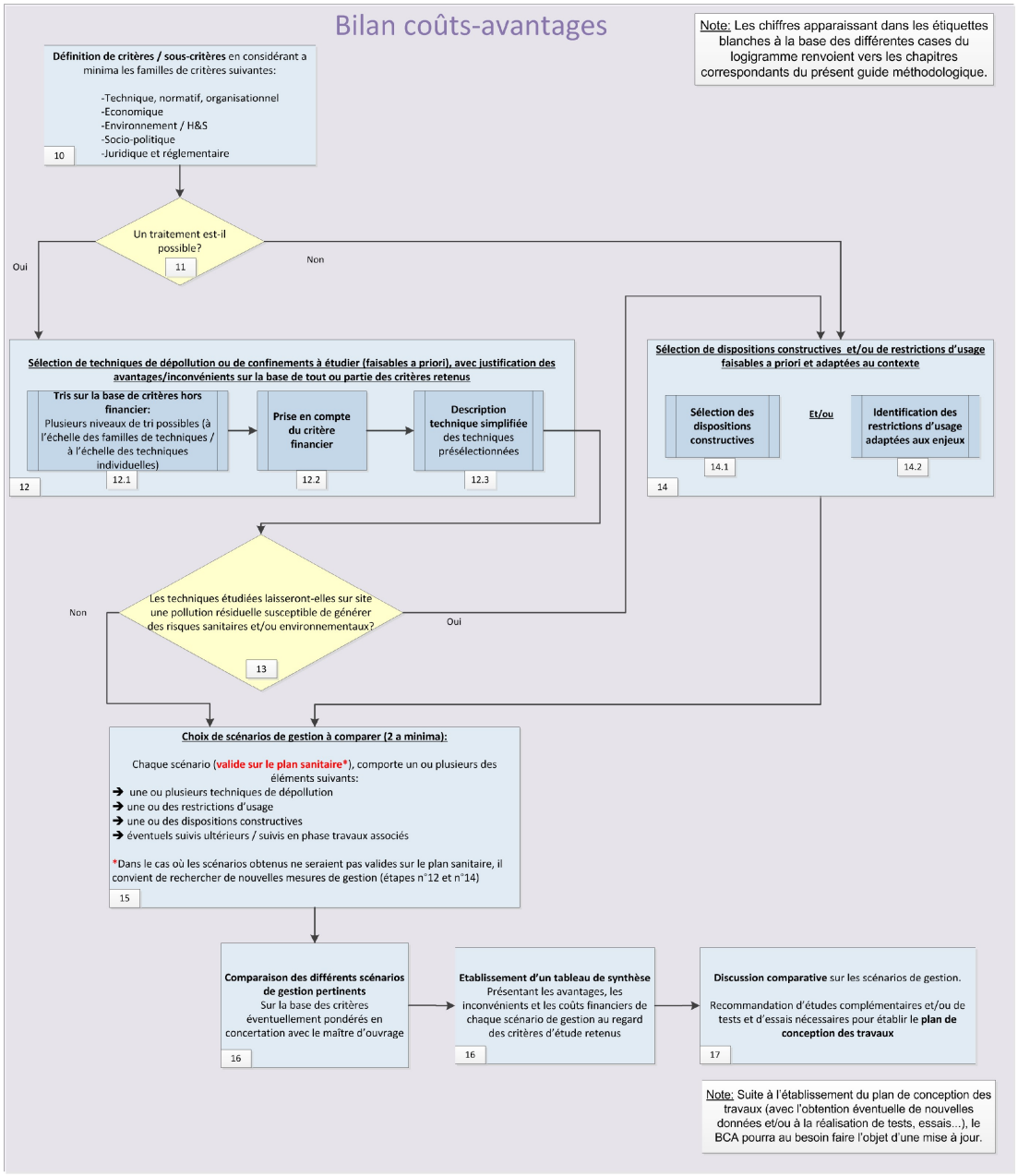
Pour le secteur amont, nous considèrerons l'usage actuel sans modification (zone boisée et enherbée).

25.4 BILAN COUTS/AVANTAGES DES SOLUTIONS DE DEPOLLUTION

Le présent chapitre a pour objectif de proposer plusieurs scénarios de gestion des pollutions concentrées et de les comparer dans le cadre d'un bilan coûts-avantages.

La méthodologie retenue pour le choix des méthodes et la réalisation du bilan coûts-avantages (BCA) est celle du guide méthodologique de l'ADEME de mars 2017. Le logigramme présentant le cheminement d'établissement d'un BCA conformément à ce guide est donné sur la figure suivante.

Figure 97 : Logigramme présentant le cheminement d'établissement d'un BCA (ADEME, mars 2017)



Le BCA vise à définir la meilleure stratégie de réhabilitation possible pour parvenir aux objectifs du plan de gestion (maîtrise des sources et de leurs impacts sanitaires et environnementaux).

25.5 PRINCIPE DES MESURES DE GESTION ENVISAGEES SUR LE SECTEUR AVAL SCENARIO 1 – CONFINEMENT DU MASSIF DE DECHETS

25.5.1 TRAVAUX PREPARATOIRES

Avant tous travaux, le site nécessitera un débroussaillage, un abattage des arbres et un ramassage des quelques déchets visibles sur le site. Les travaux commenceront de l'aval (rivière) vers l'amont afin de permettre la mise en place de structure de récupération des impacts avant leur arrivée dans la rivière.

25.5.2 REMODELAGE - COUVERTURE

Le remodelage du massif de déchets permet de donner au site des pentes nécessaires à l'évacuation du ruissellement (pente comprise entre 3 et 5 %), l'objectif étant d'augmenter le taux d'écoulement des eaux météoriques au détriment de leur infiltration. La création d'un dôme est généralement utilisée. Ce travail est réalisé dans la masse de la décharge, en déblais-remblais équilibré (pas d'apport extérieur de matériaux).

La couche de remblais superficiels exempts de déchets présente une perméabilité caractérisée de moyennement perméable (vitesse d'infiltration entre 10^{-6} et 10^{-8} m/s). Il apparaît comme judicieux que celle-ci doit surmonter le massif de déchets remodelés.

Il est important de noter que le remodelage peut occasionner des émissions d'odeurs, des envols de poussières et des risques liés à des déchets dangereux mis à jour.

La couverture des sites est l'élément principal qui réduira l'infiltration des eaux vers les déchets, limitera les flux de gaz vers l'atmosphère et des entrées d'air atmosphériques dans le massif de déchets.

IL s'agit d'un scénario de traitement à minima permettant seulement de limiter l'influence des impacts observé mais ne permet pas de retirer les risque potentiel lié à la présence de pollutions concentrés.

Une couverture semi-imperméable ou imperméable sera mise en place. Une telle couverture s'applique généralement aux sites de déchets à fort potentiel polluant et à un environnement vulnérable. Il n'existe pas d'étanchéité absolue et cette solution ne permet pas ou peu les phénomènes de diminution potentielle polluant (dégradation).

Les confinements de surface sont constitués d'un complexe stratifié comportant plusieurs couches ayant chacune une fonction propre.

Pour une couverture semi-imperméable argileuse, les différents complexes stratifiés seront de haut en bas :

- une couche de matériaux terreux végétalisables d'environ 20 cm. Cette dernière permet la croissance végétale, de séparer de l'atmosphère les couches sous-jacentes et de maintenir les pentes désirables de la structure finale ;

- une couche de drainage et de filtration d'environ 20 cm. Son principal objectif est de drainer les eaux météoritiques ;
- une couche d'étanchéité argileuse d'environ entre 50 cm et d'une perméabilité de 10^{-9} m/s.

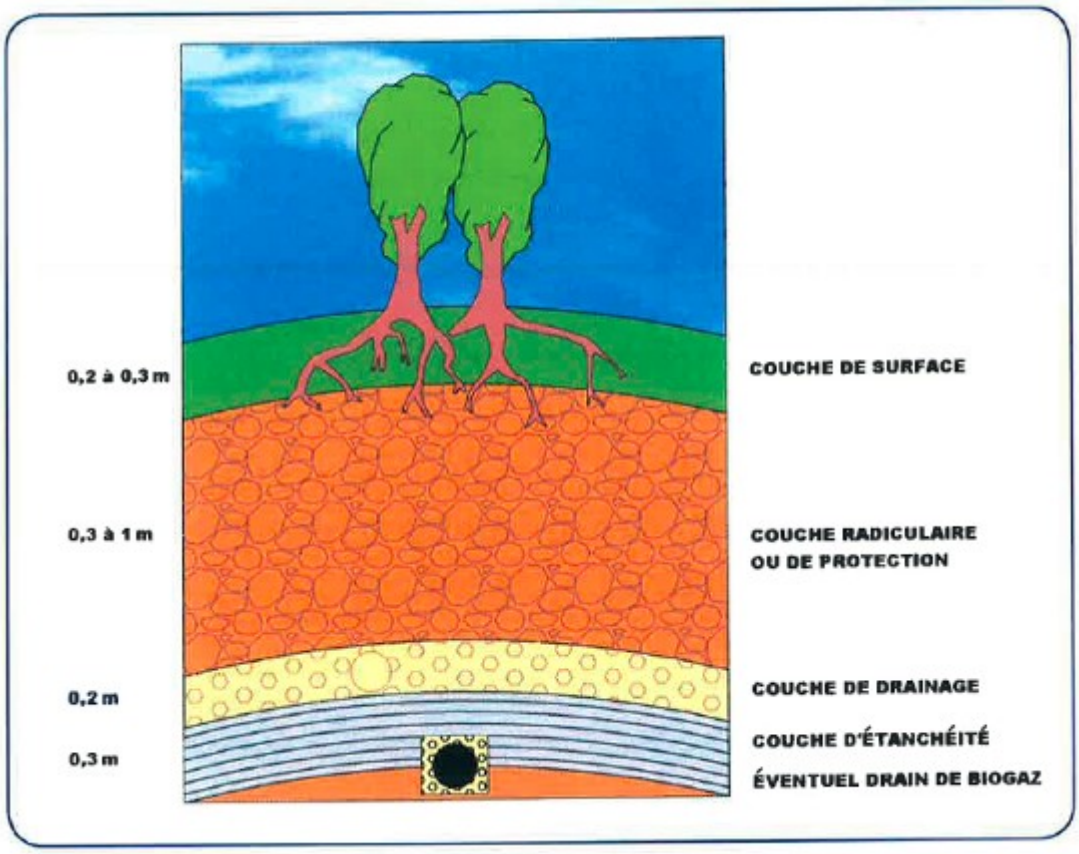


Figure 98 : Structure d'une couverture type (Source : ADEME)

Pour une couverture imperméable en géosynthétique bentonitique (GSB), les différents complexes stratifiés seront de haut en bas :

- une couche de matériaux terreux végétalisables d'environ 20 cm ;
- une couche de confinement du GSB de 60 cm ;
- une couche de drainage et de filtration d'environ 20 cm ;
- le GSB ;
- un lit de pose de GSB de 10 cm ;
- un géocomposite drainant ou couche drainante pour le drainage des biogaz.

La mise en place du GSB nécessite une couche de confinement d'environ 60 cm d'épaisseur, jouant un rôle de mise du GSB hors-gel et garantissant une faible perméabilité.

La couche de confinement peut être constituée de matériaux terreux simples. Afin de limiter l'apport de matériaux extérieurs, il apparaît judicieux d'utiliser la couche de remblais superficielle surmontant le massif de déchets (couche comprise entre 0,4 m et 1,8 m) comme couche de confinement.

Le lit de pose du GSB (dépourvus d'éléments anguleux afin de ne pas l'endommager) permet la conservation de l'intégrité physique du GSB.

25.5.3 GESTION DES EAUX DE SURFACE

La maîtrise des eaux de ruissellement est fondamentale pour assurer la pérennité du site en post-exploitation. Un ou plusieurs fossés extérieurs seront créés de façon à éviter l'apport d'eau extérieure sur le site et à faciliter leurs évacuations. La pente du fond du fossé permettra l'écoulement gravitaire des eaux vers l'Arve ou le milieu naturel.

25.5.4 TRAITEMENT DES EAUX SOUTERRAINES (PHASE PURE LOCALISEE AU DROIT DE PZ2)

Le pompage-écrémage et traitement permet d'extraire les polluants organiques ou minéraux en phase libre (flottant) et dissous dans la zone saturée et la frange capillaire et de les diriger vers des points d'extraction en vue de traitement. Un rabattement en un ou plusieurs points de la nappe est alors créé (augmentation du gradient hydraulique). Cette technique est adaptée à la problématique d'un impact restreint comme constater actuellement au droit du piézomètre Pz2.

La circulation d'eau induite par le pompage permet de générer un renouvellement de l'eau dans les pores de la zone saturée. Les équilibres de phases sont alors déplacés, ce qui implique que :

- les produits flottant sur la nappe seront récupérés directement et envoyer en traitement séparément permettant de mieux gérer les couts ;
- le cône de rabattement créé par le pompage va permettre d'augmenter la capacité de pompage de la phase flottante ;
- la présence d'un séparateur va permettre de décanter les eaux et réduire le cout de traitement des eaux en améliorant la récupération de produit flottant type hydrocarbures ;
- l'eau en passant dans une zone polluée va se charger en polluants ;
- les concentrations en polluants adsorbés sur la matrice solide (dans la zone capillaire et la zone saturée) et présents sous forme gazeuse (zone vadose) vont légèrement diminuer.

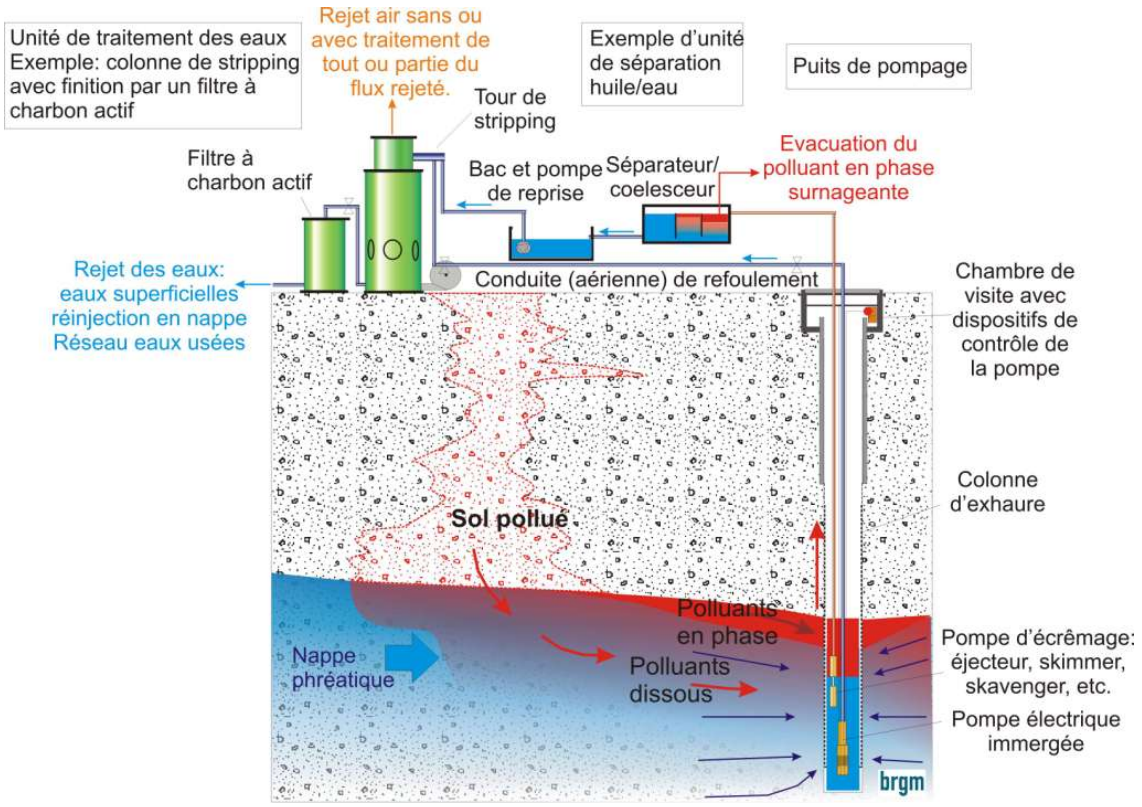


Figure 99 : Schéma de principe du pompage et traitement (Source : SelecDépol)

Les travaux à mettre en œuvre dans le cadre de ce scénario intègrent les phases et étapes suivantes :

- Etudes préliminaires : Intégrant la réalisation des phases de conception des travaux de réhabilitation et des essais préalables de faisabilité et de dimensionnement : le nombre, l'espacement et les caractéristiques des points d'extraction, le type et la puissance des pompes, les dimensions de l'unité de traitement, en cas de réinjection dans la nappe : le nombre, l'espacement et les caractéristiques des points d'injection (profondeur, diamètre, tranchées, puits..) … ;
- Installation des équipements : Les moyens matériels nécessaires au pompage et traitement sont les suivants :
    - matériels d'injection et d'extraction (si nécessaire), les puits verticaux, les puits horizontaux, les pompes (immergées, de surface..), les tuyauteries, les tranchées, compteurs … ;
    - système de traitement des eaux usées on site : charbon actif, stripping, déshuileur, oxydation catalytique, réduction…
- Suivi du traitement : Le suivi des paramètres in situ et analytiques permettra permettant de suivre la qualité des eaux souterraines. Une attention particulière devra être portée à l'effet « rebond ».

25.5.5 VEGETALISATION

La fonction de la végétalisation du site est principalement d'améliorer son insertion dans le paysage mais aussi d'assurer un rôle contre la lutte de l'érosion.

Pour atteindre ce double objectif, il convient de fournir aux végétaux des conditions pédologiques optimales (humidité, qualité du sol …) et sélectionner les végétaux adaptés aux conditions du milieu. De plus les végétaux devront être sélectionnés afin de ne pas endommager par leur racines le complexe d'étanchéité.

25.5.6 ENROCHEMENT DES BERGES

L'objectif est de lutter contre la remobilisation du massif de déchets par les crues. Cette technique consiste à ériger le long de la berge un "mur" en rochers d'épaisseurs variables et de combler l'espace laissé vide par un matériau meuble, par exemple de la terre, du sable ou des graviers.

Une phase de conception des travaux devra être réalisée en amont pour valider et sécuriser la faisabilité technique et financière, dimensionnement les travaux et anticiper les aléas et incertitudes.

Les travaux devront être réalisés en période de basses eaux (hiver) et suspendus en cas d'orage. Ils seront également interdits durant la période de reproduction des espèces piscicoles.

À la fin des travaux, il sera nécessaire de végétaliser les berges pour stabiliser le sol en place.

25.5.7 SURVEILLANCE POST-REHABILITATION

A l'issu des travaux, un programme de suivi post-réhabilitation sera réalisée afin de s'assurer de la réussite des travaux en vérifiant que les impacts induits par la décharge sont supprimés. Ce suivi pourra comporter :

- le suivi semestriel des eaux souterraines et superficielles ;
- le contrôle visuel de la prise de la végétation ;
- le contrôle visuel régulier des aménagements réalisés.
- Ce suivi pourra faire l'objet d'un plan quadriennal visant à vérifier la pérennité des travaux sur une échéance déterminée.

25.6 ESTIMATION BUDGETAIRE DES MESURES DE GESTION ENVISAGEES SUR LE SECTEUR AVAL

L'estimation du budget est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 79 : Estimation budgétaire des mesures de gestion envisagées sur le secteur aval

OPERATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE EN € HT	TOTAL EN € HT
PREPARATION DE CHANTIER ET ETUDES PRELIMINAIRES				
Faisabilité, conception, phasage et dossier technique	F	1	20 000 à 30 000	20 000 à 30 000
TRAVAUX PREPARATOIRES				
Débroussaillage, abatage arbre et nivellement du site	m²	50 000	1 à 1,5	50 000 à 75 000
REMODELAGE ET COUVERTURE				
Remodelage du site	m²	50 000	7 à 10	350 000 à 500 000
Couverture semi-perméable (couche argileuse)	m²	50 000	13 à 15	650 000 à 750 000
Couverture perméable (GSB)	m²	50 000	17 à 20	850 000 à 1 00 000
GESTION DES EAUX DE SURFACE				
Fossés périphériques et maitrise des eaux de ruissellement	F	1	15 000 à 20 000	15 000 à 20 000
TRAITEMENT DES EAUX SOUTERRAINES				
Pompage et traitement de la phase pure au droit de PZ2	F	1	40 000 à 70 000	40 000 à 70 000
LUTTE CONTRE LA REMOBILISATION EN PERIODE DE CRUE				
Enrochement des berges	ml	500	200 à 300	100 000 à 150 000
VEGETALISATION				
Végétalisation	m²	50 000	0,2 à 0,5	10 000 à 25 000
SURVEILLANCE POST-REHABILITATION				
Surveillance post-réhabilitation	an	1	10 000	10 000
TOTAL GENERAL POUR UNE COUVERTURE SEMI-PERMEABLE				**1 245 000 à 1 630 000**
TOTAL GENERAL POUR UNE COUVERTURE PERMEABLE				**1 445 000 à 1 880 000**

L'estimation financière présentée ci-dessus est pour une **durée de travaux de 12 à 18 mois.**

Les limites et les incertitudes sont les suivantes :

- Limites :
  - dans la limite des travaux désignés dans le chapitre précédent ;
  - hors démolition et gestion des déchets en découlant (amiantés ou non) ;
  - hors missions Géotechniques potentiellement nécessaires ;
  - hors aménagements paysagers ;

- hors Mission de Maîtrise d'Œuvre ou d'Assistance à Maîtrise d'ouvrage en phase de conception, suivi et réception de chantier ;
- délais bruts de chantier sur site (Hors conception, consultation, préparation et parfait achèvement).

- Incertitudes :
  - Incertitudes liées aux durées de travaux et la performance de la technique ;
  - incertitudes inhérentes aux hypothèses prises pour la volumétrie de contaminations à prendre en charge et détaillées dans les diagnostics ;
  - incertitudes inhérentes aux coûts unitaires choisis et tributaires des effets de consultations et de l'évolution du marché.

25.7 RESTRICTION D'USAGES ET SIS

25.7.1 SERVITUDES ET RESTRICTIONS D'USAGES

Le contexte environnemental résiduel du site, après application des modalités de réhabilitation présentées dans le présent plan de gestion et concernant l'ensemble des scénarios, nécessitera la mise en œuvre de servitudes, fondées sur le code de l'urbanisme, le code de la santé publique et le code de l'environnement (articles L512-12 et R515-27).

Elles ont pour objectifs de définir les conditions et modalités auxquelles sont soumis les propriétaires et exploitants pour l'usage des sols et du sous-sol, dans le but d'assurer, dans le temps, la sécurité et la protection des personnes et de l'environnement par rapport aux pollutions résiduelles.

Les besoins de mise en œuvre de servitudes peuvent être regroupés sous 4 thèmes, à savoir :

- prévenir une exposition dangereuse des personnes ;
- pérenniser la maintenance ou la surveillance du site ;
- prévoir des précautions pour la réalisation d'interventions ou d'aménagements ;
- informer des contraintes liées au site et pérenniser cette information.

Ce dossier présentera les éléments suivants : une notice de présentation du site, un plan parcellaire faisant ressortir le périmètre d'institution des servitudes et l'énoncé des règles envisagées dans le périmètre.

25.7.2 SIS

Les dispositions de la loi ALUR, notamment l'article 173 de la loi ALUR, s'inscrivent dans la politique nationale de gestion du risque de pollution des sols en France. Informer le plus largement possible quant à la pollution (avérée ou potentielle) des sols, c'est contribuer à pérenniser une mémoire collective du risque de pollution de sols et à impliquer l'ensemble des acteurs (exploitants, aménageurs, collectivités, mais aussi propriétaires et habitants) autour d'une stratégie de gestion du risque de pollution.

À titre d'exemple, les restrictions d'usage sont considérées comme instruments de « mémoire individuelle ». Les restrictions d'usage sont mises en œuvre lorsque le projet de réhabilitation conduit à laisser en place des pollutions résiduelles en les confinant. Inscrites dans les documents d'urbanisme ou fonciers (service de publicité foncière…), elles permettent non seulement de garder la mémoire des pollutions résiduelles, mais surtout d'expliciter les mesures à prendre pour éviter tout risque inacceptable pour les populations. La mise en place de restrictions d'usage permet de limiter le droit de disposer de la propriété d'un terrain, à travers un ensemble de recommandations, de précautions, voire d'interdictions quant à l'usage du terrain.

Les secteurs d'information sur les sols (SIS) offrent une complémentarité à ces outils juridiques. Ainsi, par rapport aux restrictions d'usage, la liste des SIS a une portée beaucoup plus générale, et est mise en place à la suite d'une procédure simplifiée. En effet, les SIS ne précisent pas quels sont les usages autorisés sur le terrain, et ne prescrivent pas de liste de travaux à réaliser en vue d'un changement d'usage. Ils engagent par contre à la réalisation d'une étude de sols et c'est bien cette dernière qui permettra de déterminer les éventuels travaux à engager. Le fait d'être répertorié en SIS donne une information aux notaires, collectivités, urbanistes, aménageurs, acteurs de la prévention des risques, de la protection de l'environnement et de la santé, et aux propriétaires des terrains, actuels ou futurs, dans leurs démarches respectives et notamment lors de transactions foncières.

L'article L.125-6 (I à III) du code de l'environnement introduit ainsi la notion de « secteurs d'information sur les sols » (SIS). Élaborés par l'État, ces secteurs recouvrent les terrains où la connaissance de la pollution des sols justifie la réalisation d'études de sols et de mesures de gestion de la pollution pour préserver la sécurité, la santé ou la salubrité publiques et l'environnement.

La loi ALUR a introduit de nouvelles dispositions dans le code de l'environnement qui viennent compléter et préciser le droit des sites et sols pollués, afin de faciliter et d'accélérer la dynamique de réutilisation de ces espaces.

Les dispositions de la loi ALUR permettent également d'améliorer l'information du public et des acteurs concernés sur les sites et sols pollués par la création de SIS (Secteur d'Information sur les Sols), de faciliter et mieux encadrer la reconversion des friches industrielles en imposant notamment en cas de changement d'usage une étude des sols par un prestataire certifié dans le domaine des sites et sols pollués ou équivalent et de clarifier les responsabilités des différents acteurs en précisant l'autorité de police en fonction des différents cas. Les SIS viennent compléter les modalités liées aux restrictions d'usage comme les servitudes d'utilité publique (SUP). Compte tenu du principe de gestion des risques en fonction de l'usage des terrains pollués, la mise en place de restrictions d'usage est nécessaire pour garantir que la connaissance des risques résiduels reste accessible (en particulier à tout acquéreur ou utilisateur potentiel des terrains pollués), pour encadrer les travaux visant à s'assurer que les pollutions résiduelles ne portent pas atteinte à la santé, la sécurité, la salubrité publique et l'environnement, et enfin pour pérenniser l'information via la conservation aux hypothèques et l'intégration aux documents d'urbanisme. Les restrictions d'usage et les SIS garantissent l'accès à l'information et l'adéquation entre l'usage d'un site pollué et la santé, la sécurité, la salubrité publique et l'environnement.

25.8 PRINCIPE DES MESURES DE GESTION ENVISAGEES SUR LE SECTEUR AVAL SCENARIO 2 – EXCAVATION DS SOURCES CONCENTREES ET CONFINEMENT

25.8.1 TRAVAUX PREPARATOIRES

Avant tous travaux, le site nécessitera un débroussaillage, un abattage des arbres et un ramassage des quelques déchets visibles sur le site. De plus un balisage de la zone sera entrepris par l'entreprise de travaux permettant de travailler sur un chantier clos. Une procédure visant à limiter les impacts en poussière et en odeur pour les riverains devra être respectée

Les calculs préparatoires pour établir un profil de la décharge nous donne une estimation assez précise du volume de déchet, le volume global serait de 133 000m^3.

25.8.2 RETRAIT DES POINTS CONCENTRES – REMODELAGE DU MASSIF

Les échantillonnages effectués lors des différentes campagnes de 2014 et 2018 ont permis de délimiter des points de pollution concentré. Ces zones sont des aires prioritaires de gestion il sera donc nécessaire de retirer l'impact présent sur le site et de traiter ces volumes de déchets via les filières adaptées.

Cette mission ce découpe donc en deux étapes :

- Le retrait des zones de pollution concentré et le traitement de ces déchets.
- Le remblaiement avec des matériaux sain combiné au reprofilage du massif permettant de limiter son exposition aux impacts des eaux de pluie et de nappe phréatique.

Cette hypothèse haute dans le traitement permet à la fois de supprimer les zones impactées et mettre en place une gestion pérenne et en accord avec un usage futur du massif de déchets restant.

25.8.2.1 Retrait des zones d'impact concentrés

Les fouilles réalisées en 2014 et 2018 ont permis de mettre en évidence des « hot-spot » d'impact concentré ; ces points rassemblent à eux seul une grande majorité de la pollution globale du site. De plus ces zones de forte concentration sont les zones qui présentent le plus de problème pour une gestion au long termes du site (risque de relargage vers le milieu important).

Il s'agit donc de retirer les volumes de sols et de les traiter, afin de savoir quels types de sols devront être traité des marqueurs doivent être sélectionné.

- Prioritairement :
  - les zones concernées par les dioxines-furanes ce polluant très persistant ne sera pas concerné par une atténuation naturelle dans les sols ;
  - les zones impactées par des COHV, ce polluant plongeant dans la zone saturé est aussi très persistant et à un pouvoir de propagation potentiellement important ;

- les zones avec un fort impact en hydrocarbures

25.8.2.2 Volumes et filières

Le volume global à excavé hydrocarbures et dioxine/furanes est estimé à 20 000m³avec un découpage de 15 000m3 pour la zone hydrocarbures et 5 000m3 pour la zone dioxine. Ce volume correspond à environ 15% du volume de déchets global.

L'ensemble des volumes excavée n'est pas destiné à être remplacer par un volume équivalent en terres saines. Le reprofilage de la zone pourra permettre de limiter l'apport en matériaux. Toutefois cela devra être défini en amont en fonction du projet futur destiné à la zone.

- Filière d'envoi :

Les matériaux qui seront excavé pourront correspondent à différent critère de qualité et selon ces critères ils pourront être envoyé vers différents centre de gestion. Cette gestion différentielle des terres excavées permettra de limiter au maximum les couts de gestion. 3 filières sont privilégiées, :

- Transport et élimination en ISDD pour les zones impactées aux dioxines/furanes
- Transport et élimination en ISDND pour les zones les plus impactées en HCT C10-C40 (estimé à 75% du volume total)
- Transport et élimination en biocentre pour les zones les moins concentrées en HCT C10-C40 (estimé à 25% du volume total)

Pour les estimations de couts de transfert en filière adapté il est supposé une densité des matériaux de 1,8.

25.8.2.3 Remodelage du massif de déchets

Le remodelage du massif de déchets permet de donner au site des pentes nécessaires à l'évacuation du ruissellement (pente comprise entre 3 et 5 %), l'objectif étant d'augmenter le taux d'écoulement des eaux météoriques au détriment de leur infiltration. La création d'un dôme est généralement utilisée. Ce travail est réalisé dans la masse de la décharge, en déblais-remblais équilibré toutefois suite aux travaux de terrassement de dépollution un apport en matériaux externe pourrait être nécessaire.

La couche de remblais superficiels exempts de déchets présente une perméabilité caractérisée de moyennement perméable (vitesse d'infiltration entre 10^{-6} et 10^{-8} m/s). Il apparaît comme judicieux que celle-ci doit surmonter le massif de déchets remodelés.

Il est important de noter que le remodelage peut occasionner des émissions d'odeurs, des envols de poussières et des risques liés à des déchets dangereux mis à jour.

La couverture des sites est l'élément principal qui réduira l'infiltration des eaux vers les déchets, limitera les flux de gaz vers l'atmosphère et des entrées d'air atmosphériques dans le massif de déchets.

Une couverture semi-imperméable ou imperméable sera mise en place. Une telle couverture s'applique généralement aux sites de déchets à fort potentiel polluant et à un environnement vulnérable. Il n'existe pas d'étanchéité absolue et cette solution ne permet pas ou peu les phénomènes de diminution potentielle polluant (dégradation).

Les confinements de surface sont constitués d'un complexe stratifié comportant plusieurs couches ayant chacune une fonction propre.

Pour une couverture semi-imperméable argileuse, les différents complexes stratifiés seront de haut en bas :

- une couche de matériaux terreux végétalisables d'environ 20 cm. Cette dernière permet la croissance végétale, de séparer de l'atmosphère les couches sous-jacentes et de maintenir les pentes désirables de la structure finale ;
- une couche de drainage et de filtration d'environ 20 cm. Son principal objectif est de drainer les eaux météoritiques ;
- une couche d'étanchéité argileuse d'environ entre 50 cm et d'une perméabilité de 10^{-9} m/s.

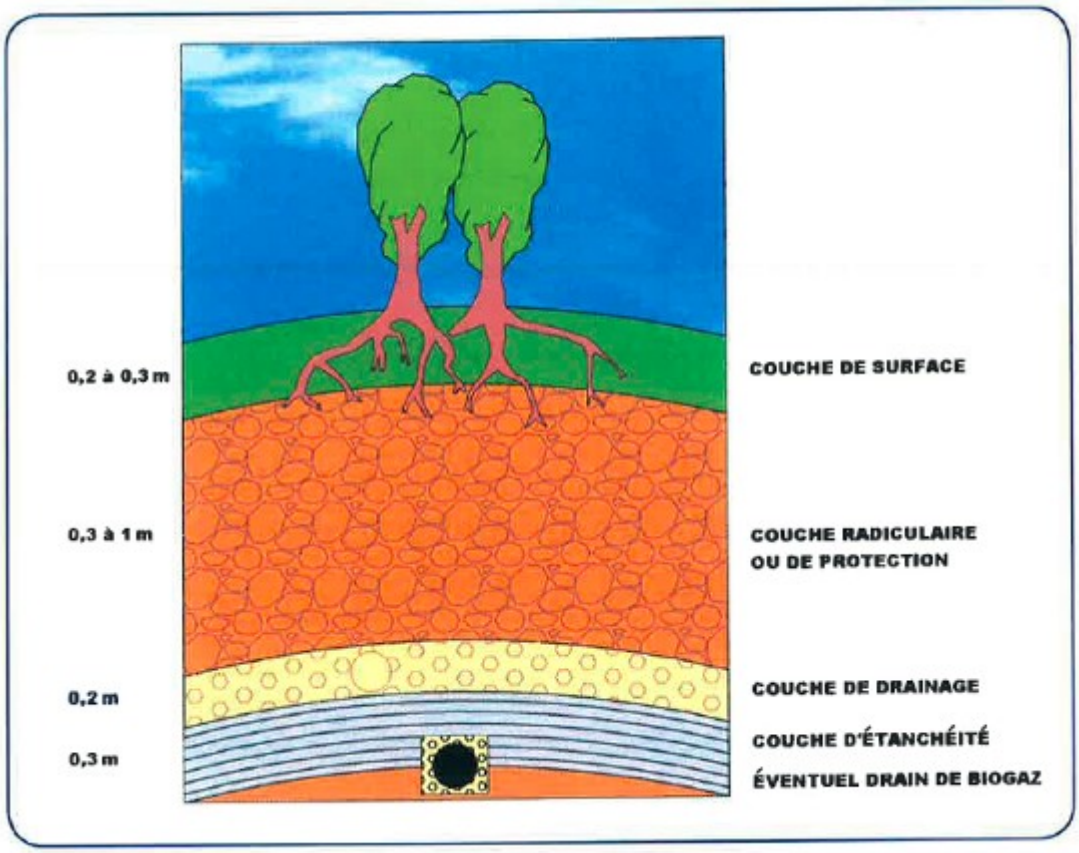


Figure 100 : Structure d'une couverture type (Source : ADEME)

Pour une couverture imperméable en géosynthétique bentonitique (GSB), les différents complexes stratifiés seront de haut en bas :

- une couche de matériaux terreux végétalisables d'environ 20 cm ;
- une couche de confinement du GSB de 60 cm ;
- une couche de drainage et de filtration d'environ 20 cm ;
- le GSB ;
- un lit de pose de GSB de 10 cm ;
- un géocomposite drainant ou couche drainante pour le drainage des biogaz.

La mise en place du GSB nécessite une couche de confinement d'environ 60 cm d'épaisseur, jouant un rôle de mise du GSB hors-gel et garantissant une faible perméabilité.

La couche de confinement peut être constituée de matériaux terreux simples. Afin de limiter l'apport de matériaux extérieurs, il apparaît judicieux d'utiliser la couche de remblais superficielle surmontant le massif de déchets (couche comprise entre 0,4 m et 1,8 m) comme couche de confinement.

Le lit de pose du GSB (dépourvus d'éléments anguleux afin de ne pas l'endommager) permet la conservation de l'intégrité physique du GSB.

25.8.3 GESTION DES EAUX DE SURFACE

La maîtrise des eaux de ruissellement est fondamentale pour assurer la pérennité du site en post-exploitation. Un ou plusieurs fossés extérieurs seront créés de façon à éviter l'apport d'eau extérieure sur le site et à faciliter leurs évacuations. La pente du fond du fossé permettra l'écoulement gravitaire des eaux vers l'Arve ou le milieu naturel.

25.8.4 TRAITEMENT DES EAUX SOUTERRAINES (PHASE PURE LOCALISEE AU DROIT DE PZ2)

Le pompage-écrémage et traitement permet d'extraire les polluants organiques ou minéraux en phase libre (flottant) et dissous dans la zone saturée et la frange capillaire et de les diriger vers des points d'extraction en vue de traitement. Un rabattement en un ou plusieurs points de la nappe est alors créé (augmentation du gradient hydraulique). Cette technique est adaptée à la problématique d'un impact restreint comme constater actuellement au droit du piézomètre Pz2.

La circulation d'eau induite par le pompage permet de générer un renouvellement de l'eau dans les pores de la zone saturée. Les équilibres de phases sont alors déplacés, ce qui implique que :

- les produits flottant sur la nappe seront récupérés directement et envoyer en traitement séparément permettant de mieux gérer les couts ;
- le cône de rabattement créé par le pompage va permettre d'augmenter la capacité de pompage de la phase flottante ;

- la présence d'un séparateur va permettre de décanter les eaux et réduire le cout de traitement des eaux en améliorant la récupération de produit flottant type hydrocarbures ;
- l'eau en passant dans une zone polluée va se charger en polluants ;
- les concentrations en polluants adsorbés sur la matrice solide (dans la zone capillaire et la zone saturée) et présents sous forme gazeuse (zone vadose) vont légèrement diminuer.

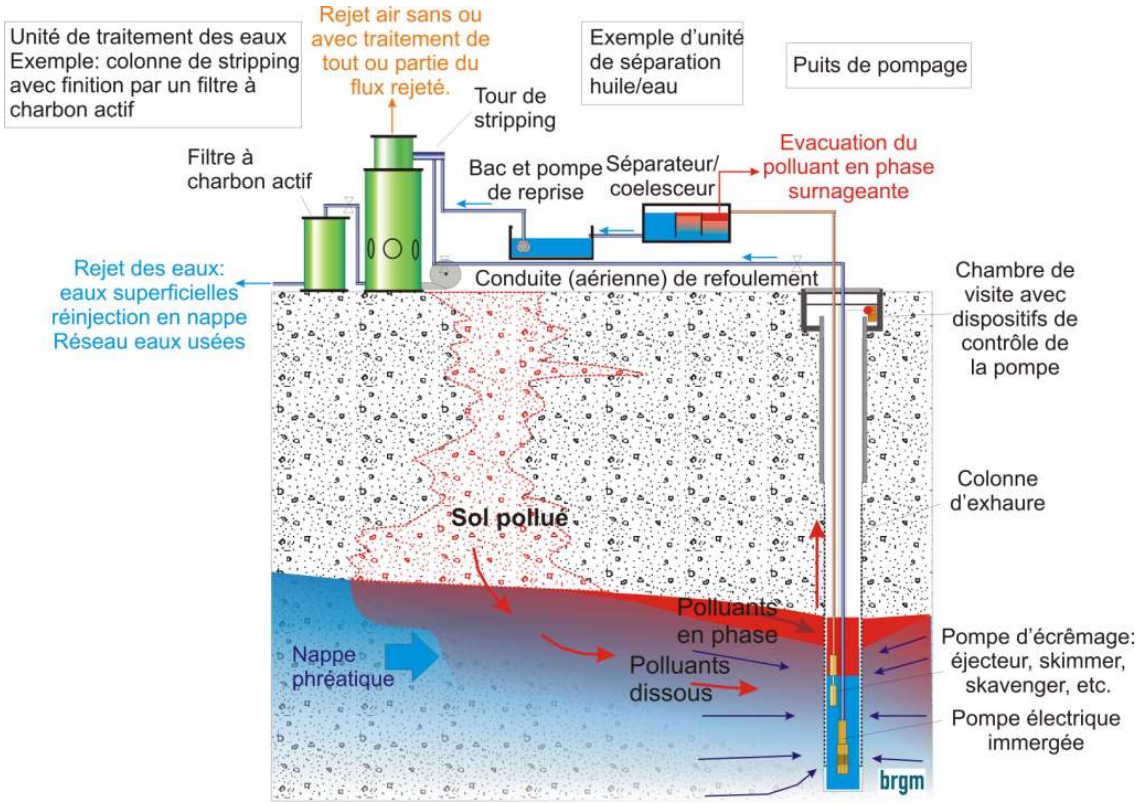


Figure 101 : Schéma de principe du pompage et traitement (Source : SelecDépol)

Les travaux à mettre en œuvre dans le cadre de ce scénario intègrent les phases et étapes suivantes :

- Etudes préliminaires : Intégrant la réalisation des phases de conception des travaux de réhabilitation et des essais préalables de faisabilité et de dimensionnement : le nombre, l'espacement et les caractéristiques des points d'extraction, le type et la puissance des pompes, les dimensions de l'unité de traitement, en cas de réinjection dans la nappe : le nombre, l'espacement et les caractéristiques des points d'injection (profondeur, diamètre, tranchées, puits..) … ;
- Installation des équipements : Les moyens matériels nécessaires au pompage et traitement sont les suivants :
    - matériels d'injection et d'extraction (si nécessaire), les puits verticaux, les puits horizontaux, les pompes (immergées, de surface..), les tuyauteries, les tranchées, compteurs … ;

- système de traitement des eaux usées on site : charbon actif, stripping, déshuileur, oxydation catalytique, réduction…

- Suivi du traitement : Le suivi des paramètres in situ et analytiques permettra permettant de suivre la qualité des eaux souterraines. Une attention particulière devra être portée à l'effet « rebond ».

25.8.5 VEGETALISATION

La fonction de la végétalisation du site est principalement d'améliorer son insertion dans le paysage mais aussi d'assurer un rôle contre la lutte de l'érosion.

Pour atteindre ce double objectif, il convient de fournir aux végétaux des conditions pédologiques optimales (humidité, qualité du sol …) et sélectionner les végétaux adaptés aux conditions du milieu. De plus les végétaux devront être sélectionnés afin de ne pas endommager par leur racines le complexe d'étanchéité.

25.8.6 ENROCHEMENT DES BERGES

L'objectif est de lutter contre la remobilisation du massif de déchets par les crues. Cette technique consiste à ériger le long de la berge un "mur" en rochers d'épaisseurs variables et de combler l'espace laissé vide par un matériau meuble, par exemple de la terre, du sable ou des graviers.

Une phase de conception des travaux devra être réalisée en amont pour valider et sécuriser la faisabilité technique et financière, dimensionnement les travaux et anticiper les aléas et incertitudes.

Les travaux devront être réalisés en période de basses eaux (hiver) et suspendus en cas d'orage. Ils seront également interdits durant la période de reproduction des espèces piscicoles.

À la fin des travaux, il sera nécessaire de végétaliser les berges pour stabiliser le sol en place.

25.8.7 SURVEILLANCE POST-REHABILITATION

A l'issu des travaux, un programme de suivi post-réhabilitation sera réalisée afin de s'assurer de la réussite des travaux en vérifiant que les impacts induits par la décharge sont supprimés. Ce suivi pourra comporter :

- le suivi semestriel des eaux souterraines et superficielles ;
- le contrôle visuel de la prise de la végétation ;
- le contrôle visuel régulier des aménagements réalisés.

Ce suivi pourra faire l'objet d'un plan quadriennal visant à vérifier la pérennité des travaux sur une échéance déterminée.

25.9 ESTIMATION BUDGETAIRE DES MESURES DE GESTION ENVISAGEES SUR LE SECTEUR AVAL

L'estimation du budget est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 80 : Estimation budgétaire des mesures de gestion envisagées sur le secteur aval

OPERATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE EN € HT	TOTAL EN € HT
PREPARATION DE CHANTIER ET ETUDES PRELIMINAIRES				
Faisabilité, conception, phasage et dossier technique	F	1	20 000 à 30 000	20 000 à 30 000
TRAVAUX PREPARATOIRES				
Débroussaillage, abatage arbre et nivellement du site	m²	50 000	1 à 1,5	50 000 à 75 000
TRAVAUX D'EXCAVATION				
Travaux préparatoire	F	1	120 000	120 000
Terrassement 20 000 m³	m³	20 000	7,5 à 10	150 000 à 200 000
Gestion en centre ISDD	T	180	1 620 000	1 620 000
Gestion en centre ISDND	T	95	1 710 000	1 710 000
Gestion en biocentre	T	79	710 000	710 000
REMODELAGE ET COUVERTURE				
Remodelage du site	m²	50 000	7 à 10	350 000 à 500 000
Couverture semi-perméable (couche argileuse)	m²	50 000	13 à 15	650 000 à 750 000
Couverture perméable (GSB)	m²	50 000	17 à 20	850 000 à 1 00 000
GESTION DES EAUX DE SURFACE				
Fossés périphériques et maitrise des eaux de ruissellement	F	1	15 000 à 20 000	15 000 à 20 000
TRAITEMENT DES EAUX SOUTERRAINES				
Pompage et traitement de la phase pure au droit de PZ2	F	1	40 000 à 70 000	40 000 à 70 000
LUTTE CONTRE LA REMOBILISATION EN PERIODE DE CRUE				
Enrochement des berges	ml	500	200 à 300	100 000 à 150 000
VEGETALISATION				
Végétalisation	m²	50 000	0,2 à 0,5	10 000 à 25 000
SURVEILLANCE POST-REHABILITATION				
Surveillance post-réhabilitation	an	1	10 000	10 000
TOTAL GENERAL POUR UNE COUVERTURE SEMI-PERMEABLE				**4 916 000 à 5 351 000**
TOTAL GENERAL POUR UNE COUVERTURE PERMEABLE				**5 116 000 à 5 601 000**

L'estimation financière présentée ci-dessus est pour une **durée de travaux de 12 à 18 mois.**

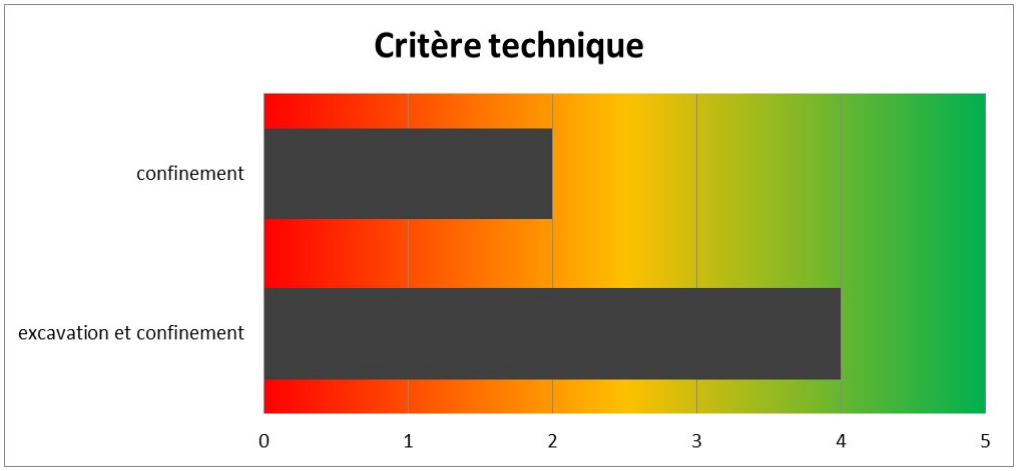
Les limites et les incertitudes sont les suivantes :

- Limites :
  - dans la limite des travaux désignés dans le chapitre précédent ;
  - hors démolition et gestion des déchets en découlant (amiantés ou non) ;
  - hors missions Géotechniques potentiellement nécessaires ;
  - hors aménagements paysagers ;
  - hors Mission de Maîtrise d'Œuvre ou d'Assistance à Maîtrise d'ouvrage en phase de conception, suivi et réception de chantier ;
  - délais bruts de chantier sur site (Hors conception, consultation, préparation et parfait achèvement).
- Incertitudes :
  - Incertitudes liées aux durées de travaux et la performance de la technique ;
  - incertitudes inhérentes aux hypothèses prises pour la volumétrie de contaminations à prendre en charge et détaillées dans les diagnostics ;
  - incertitudes inhérentes aux coûts unitaires choisis et tributaires des effets de consultations et de l'évolution du marché.

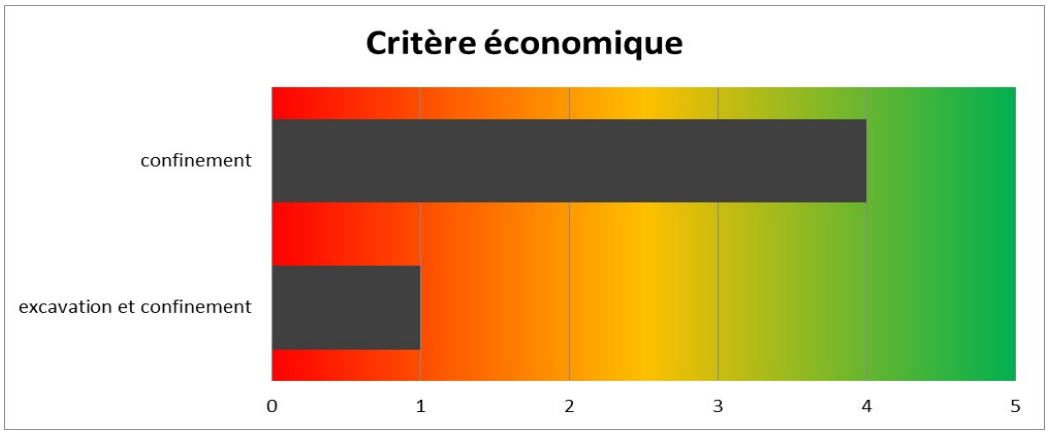
25.10 EVALUATION DES DEUX SCENARIOS

Les deux scénarios présentés sont issus des discussions déjà engagé entre le Sivom, la Dreal et Dekra, ils présentent les deux solutions les plus plausibles pour la gestion de la décharge. Dans leur construction ils présentent deux modes de gestions différents le premier est passif et ne cherche qu'a isolé les contaminants en prenant le risque d'un relargage futur mais en permettant de limiter les couts. Le second est plus actif et permet un retrait en partie du massif de déchets afin de limiter la charge de polluant tout en réalisant un isolement des contaminations résiduelles.

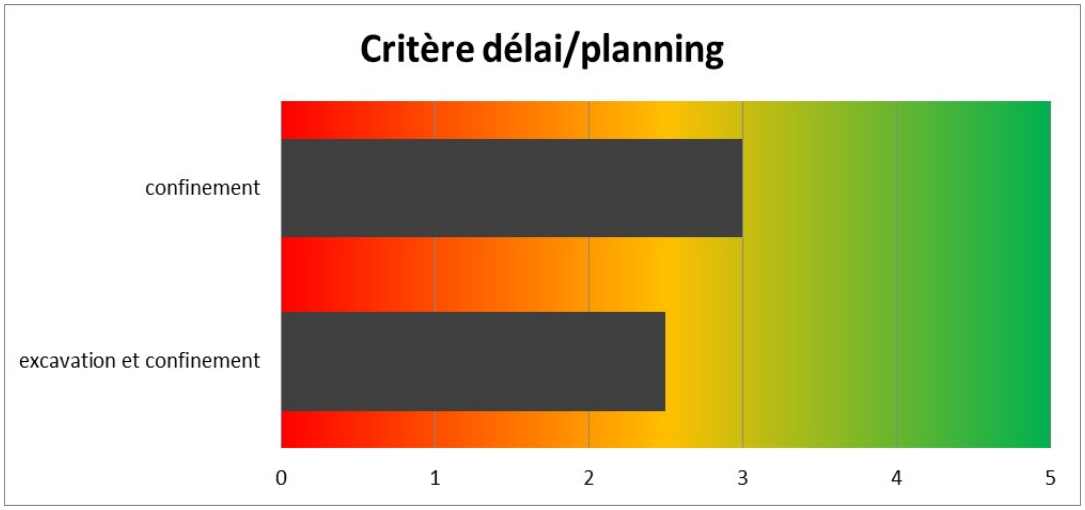
Les figures suivantes permettent de comparer les deux techniques une notation sur 5 est établie sur une échelle de valeur elle permet de mettre en avant sur plusieurs paramètre une technique par rapport à une autre. 0 étant le plus mauvais et 5 le meilleur.



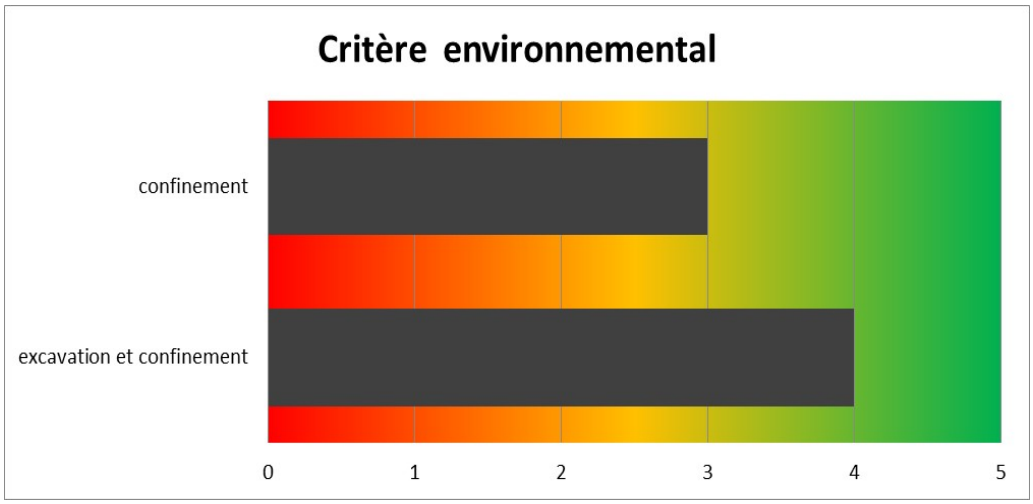
La technique mise en œuvre sur le second scénario es plus poussée et plus complète que sur le premier ce qui donne cette note. De plus le second scénario intègre un mode de retrait des impacts contrairement au premier qui conserve tout sur place.



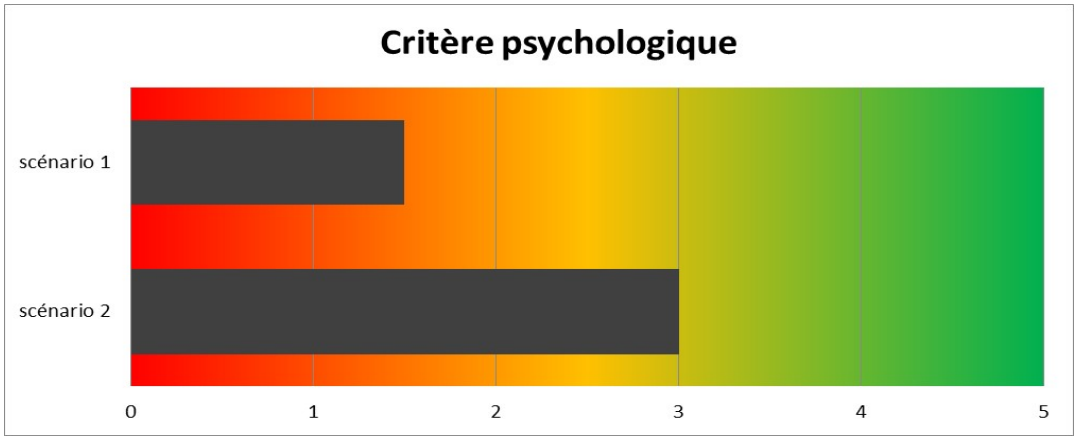
Le premier scénarion de par sa technique plus simple à mettre en œuvre est moins couteux, toutefois le mode de gestion n'est pas forcement pérenne et peut engendrer de nouveau des couts similaire sur une période de 20ans.



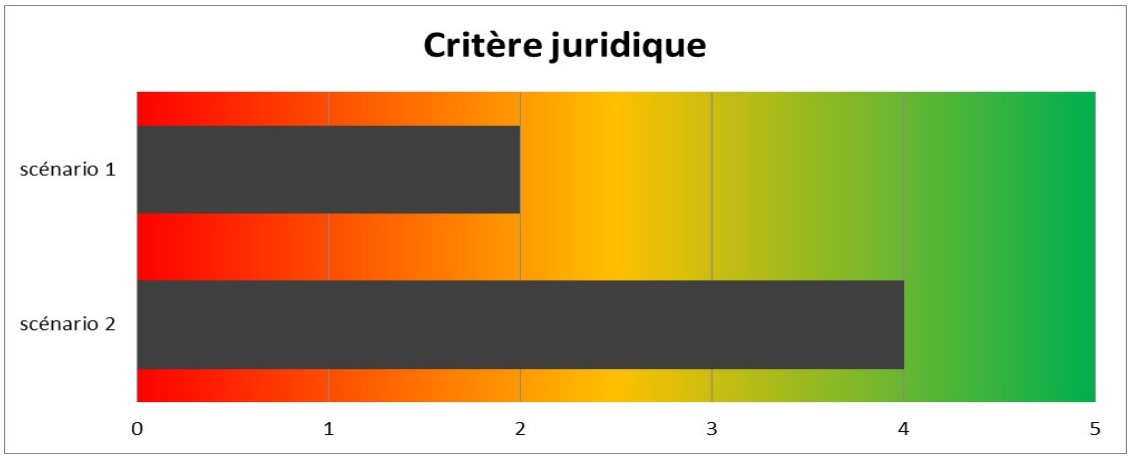
La technique moins dévellopére sur le premier scénario permet de tenir un délais plus sérrer toutefois en l'absence de projet urgent sur ce site l'impact de ce facteur est légèrement minoré dans ce contrexte particulier.



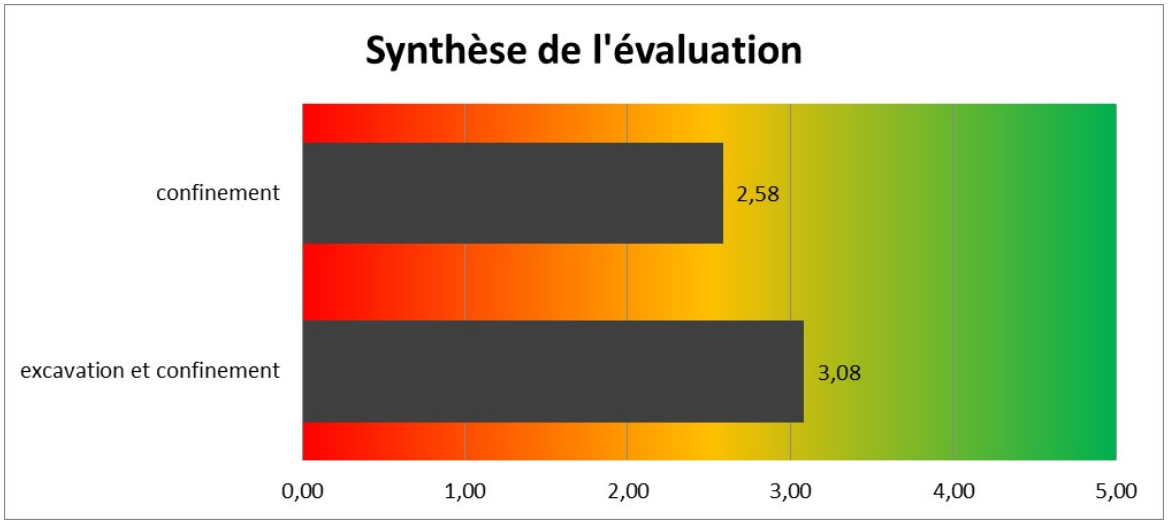
L'excavation et le confinement de par le transfert des terres excavées entraine un bilan carbone dégradé toutefois comme il s'agit du seul scénario permettant de retirer une partie de l'impact sur le site ce point est mis en avant. En effet dans le premier scénario on mise plus sur une atténuation naturelle en plus de l'encapsualtion toutefois il n'est pas certain que cet encapsualtion du massif de déchets permettent de réduire les impact de manière significative.



Le confinement simple ne permettant pas de retirer les impacts présent sur le site on évalue ici un impact négatif sur les population de constaté que les travaux même si bien réaliser n'auront pas permis d'assainir le site mais auront entrainer la conservation d'un impact.



L'excavation confinement s'inscrit dans la démarche de gestion des pollutions concentrées de par le retrait de la majeur partie du massif de déchets contaminé on limite l'impact et donc les potentielle posbilité de poursuite envers le Sivom.



L'évaluation place donc le second scénario de gestion, l'excavation et confinement en tête. En effet la possibilité offerte par ce type de gestion de suprimer la majeure partie des impacts tout en encapsuallant les contamination résiduelles restantes permet d'envisager une double temportalité à la fois des moyens importants à court terme mais aussi un moyen de gestion sur le long terme. Cette double action peut assurer au Sivom et ses riverains un rendu de la zone permettant la mise en place de nouvelles infrastructures en conservant un risque sanitaire faible au regard des faibles impact restant sur le site.

25.11 RESTRICTION D'USAGES ET SIS

25.11.1 SERVITUDES ET RESTRICTIONS D'USAGES

Le contexte environnemental résiduel du site, après application des modalités de réhabilitation présentées dans le présent plan de gestion et concernant l'ensemble des scénarios, nécessitera la mise en œuvre de servitudes, fondées sur le code de l'urbanisme, le code de la santé publique et le code de l'environnement (articles L512-12 et R515-27).

Elles ont pour objectifs de définir les conditions et modalités auxquelles sont soumis les propriétaires et exploitants pour l'usage des sols et du sous-sol, dans le but d'assurer, dans le temps, la sécurité et la protection des personnes et de l'environnement par rapport aux pollutions résiduelles.

Les besoins de mise en œuvre de servitudes peuvent être regroupés sous 4 thèmes, à savoir :

- prévenir une exposition dangereuse des personnes ;
- pérenniser la maintenance ou la surveillance du site ;
- prévoir des précautions pour la réalisation d'interventions ou d'aménagements ;
- informer des contraintes liées au site et pérenniser cette information.

Ce dossier présentera les éléments suivants : une notice de présentation du site, un plan parcellaire faisant ressortir le périmètre d'institution des servitudes et l'énoncé des règles envisagées dans le périmètre.

25.11.2 SECTEURS D'INFORMATION SUR LES SOLS (SIS)

Les dispositions de la loi ALUR, notamment l'article 173 de la loi ALUR, s'inscrivent dans la politique nationale de gestion du risque de pollution des sols en France. Informer le plus largement possible quant à la pollution (avérée ou potentielle) des sols, c'est contribuer à pérenniser une mémoire collective du risque de pollution de sols et à impliquer l'ensemble des acteurs (exploitants, aménageurs, collectivités, mais aussi propriétaires et habitants) autour d'une stratégie de gestion du risque de pollution.

À titre d'exemple, les restrictions d'usage sont considérées comme instruments de « mémoire individuelle ». Les restrictions d'usage sont mises en œuvre lorsque le projet de réhabilitation conduit à laisser en place des pollutions résiduelles en les confinant. Inscrites dans les documents d'urbanisme ou fonciers (service de publicité foncière…), elles permettent non seulement de garder la mémoire des pollutions résiduelles, mais surtout d'expliciter les mesures à prendre pour éviter tout risque inacceptable pour les populations. La mise en place de restrictions d'usage permet de limiter le droit de disposer de la propriété d'un terrain, à travers un ensemble de recommandations, de précautions, voire d'interdictions quant à l'usage du terrain.

Les secteurs d'information sur les sols (SIS) offrent une complémentarité à ces outils juridiques. Ainsi, par rapport aux restrictions d'usage, la liste des SIS a une portée beaucoup plus générale, et est mise en place à la suite d'une procédure simplifiée. En effet, les SIS ne précisent pas quels sont les usages autorisés sur le terrain, et ne prescrivent pas de liste de travaux à réaliser en vue d'un changement d'usage. Ils engagent par contre à la réalisation d'une étude de sols et c'est bien cette dernière qui permettra de déterminer les éventuels travaux à engager. Le fait d'être répertorié en SIS donne une information aux notaires, collectivités, urbanistes, aménageurs, acteurs de la prévention des risques, de la protection de l'environnement et de la santé, et aux propriétaires des terrains, actuels ou futurs, dans leurs démarches respectives et notamment lors de transactions foncières.

L'article L.125-6 (I à III) du code de l'environnement introduit ainsi la notion de « secteurs d'information sur les sols » (SIS). Élaborés par l'État, ces secteurs recouvrent les terrains où la connaissance de la pollution des sols justifie la réalisation d'études de sols et de mesures de gestion de la pollution pour préserver la sécurité, la santé ou la salubrité publiques et l'environnement.

La loi ALUR a introduit de nouvelles dispositions dans le code de l'environnement qui viennent compléter et préciser le droit des sites et sols pollués, afin de faciliter et d'accélérer la dynamique de réutilisation de ces espaces.

Les dispositions de la loi ALUR permettent également d'améliorer l'information du public et des acteurs concernés sur les sites et sols pollués par la création de SIS (Secteur d'Information sur les Sols), de faciliter et mieux encadrer la reconversion des friches industrielles en imposant notamment en cas de changement d'usage une étude des sols par un prestataire certifié dans le domaine des sites et sols pollués ou équivalent et de clarifier les responsabilités des différents acteurs en précisant l'autorité de police en fonction des différents cas. Les SIS viennent compléter les modalités liées aux restrictions d'usage comme les servitudes d'utilité publique (SUP). Compte tenu du principe de gestion des risques en fonction de l'usage des terrains pollués, la mise en place de restrictions d'usage est nécessaire pour garantir que la connaissance des risques résiduels reste accessible (en particulier à tout acquéreur ou utilisateur potentiel des terrains pollués), pour encadrer les travaux visant à s'assurer que les pollutions résiduelles ne portent pas atteinte à la santé, la sécurité, la salubrité publique et l'environnement, et enfin pour pérenniser l'information via la conservation aux hypothèques et l'intégration aux documents d'urbanisme. Les restrictions d'usage et les SIS garantissent l'accès à l'information et l'adéquation entre l'usage d'un site pollué et la santé, la sécurité, la salubrité publique et l'environnement.

26 MISSION A320 – ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES (ARR)

26.1 PRINCIPES DE L'ARR

26.1.1 NATURE ET OBJECTIFS DE LA MISSION

La prestation de DEKRA a été élaborée selon le référentiel méthodologique en vigueur, notamment au cadre fixé par la note ministérielle du 19 avril 2017, et définissant les modalités de gestion et de réaménagement de sites pollués.

La mission réalisée est codifiée A320 selon la norme N FX 31-620-2 « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués (études, ingénierie, réhabilitation de sites pollués et travaux de dépollution) » de l'AFNOR.

Elle correspond à une analyse des enjeux sanitaires selon la méthodologie d'une Analyse des Risques résiduels (ARR).

L'objet d'une ARR est de produire une analyse quantitative des risques ou des effets néfastes liés aux expositions résiduelles à certaines substances chimiques, expositions définies selon l'usage existant (ou projeté).

Il s'agit dans le cas présent de valider – sur le plan sanitaire – la compatibilité de l'état des milieux après travaux avec le maintien d'un usage de type industriel.

Les objectifs spécifiques de l'étude des risques sont :

- de quantifier les effets liés aux substances non cancérigènes et l'excès de risque lié aux composés cancérigènes ;
- de recommander des mesures compensatoires si nécessaire.

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

- une source de pollution constituée d'une ou plusieurs substances toxiques ;
- un vecteur de transport et de dispersion des polluants, un milieu par lequel transite le polluant (eau de surface, eau souterraine, sol, air) ;
- une cible, le récepteur du polluant (ici l'Homme).

26.1.2 PRINCIPES DE L'ARR

Le calcul de risques sanitaires permet de définir si le risque calculé est acceptable ou non.

Il a pour but de présenter de manière explicite, aux différentes parties, les éléments d'analyse sur lesquels la prise de décision pourra s'appuyer.

A ce titre, cette étude est un outil d'analyse au service de la politique de gestion des sites et sols pollués, elle doit respecter les principes suivants :

- le principe de précaution inscrit dans la loi du 2 février 1995 ;
- le principe de proportionnalité, présent dans la circulaire du 3 décembre 1993 ;

- le principe de spécificité, présent dans cette même circulaire ;
- le principe de transparence, présent dans cette même circulaire.

Une ARR ne pouvant aboutir qu'à des résultats acceptables, des solutions de gestion ou des modifications d'aménagement devront être envisagées en cas de risques supérieurs aux limites acceptables.

26.1.3 DÉMARCHE

La réalisation de cette étude s'effectue conformément à la démarche d'ARR en quatre étapes qui doivent permettre de répondre aux questions suivantes :

27 MISSION A320 : ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES

Le présent chapitre concerne la réalisation de la mission d'Analyse des enjeux sanitaires (mission A320 selon la Norme NFX 31-620 de juin 2011) selon la méthodologie d'une Analyse des Risques Résiduels (ARR).

Cette étude doit permettre de valider d'un point de vue sanitaire, les solutions de gestion proposées dans le cadre du plan de gestion présentées au chapitre précédent.

Pour rappel, ces solutions concernent la partie aval du site, étant donné l'absence d'impact significatif sur la zone amont :

- Scénario 1 : encapsulation, il s'agit de réaliser un drainage du massif de déchet, le conforter sur le bord de rivière et de réaliser un recouvrement multicouche afin de l'isoler et permettre un réaménagement du site,
- Scénario 2 : prise en charge la pollution concentrée afin de diminuer la charge en polluant et ensuite de réaliser un reprofilage et une encapsulation du massif permettant de l'isoler et faire un réaménagement du site.

Pour ces deux scénarii un suivi des eaux souterraines et superficielles et des gaz du sol devra être réalisé afin de vérifier l'absence d'impact dans le temps de la décharge sur le milieu.

De plus, l'encapsulation prévoit la mise en place d'une couverture étanche au droit de l'ensemble du massif de déchets qui comprendra une géomembrane étanche puis une couche d'argile.

La présente analyse portera sur le scénario de réhabilitation le plus pénalisant d'un point de vue sanitaire, à savoir le scénario 1 où les pollutions restent confinées sur site. L'acceptabilité des risques pour ce scénario implique une validation du scénario le moins pénalisant (scénario 2 qui prévoit la prise en charge des pollutions concentrées).

Les hypothèses générales suivantes ont été retenues, sur la base des informations transmises par le client et des mesures de gestion proposées :

- Usage récréatif (activité de chasse, promenade et cueillette) du site avec l'aménagement de chemins piétonniers dans les espaces verts,
- absence de culture de denrées comestibles (y compris arbres fruitiers) au droit des futurs espaces verts,
- imperméabilisation totale du site par la mise en place d'une couverture étanche (géomembrane puis à minima 30 cm de matériaux étanches),
- absence d'utilisation des eaux souterraines au droit du site.

27.1 RAPPEL DES PRINCIPES D'UNE ARR

27.1.1 OBJECTIFS DE L'ARR

L'objet d'une ARR est de produire une analyse quantitative des risques ou des effets néfastes liés aux expositions résiduelles à certaines substances chimiques, expositions définies selon l'usage envisagé.

Les objectifs spécifiques de l'étude des risques sont :

- de quantifier les effets liés aux substances non cancérigènes, et l'excès de risque lié aux composés cancérigènes,
- de recommander des mesures compensatoires si nécessaire.

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

- une source de pollution constituée d'une ou plusieurs substances toxiques,
- un vecteur de transport et de dispersion des polluants, un milieu par lequel transite le polluant (eau de surface, eau souterraine, sol, air),
- une cible, le récepteur du polluant (ici l'homme).

27.1.2 RAPPEL DES PRINCIPES DE L'ARR

Le calcul de risques sanitaires permet de définir si le risque calculé est acceptable ou non. Il a pour but de présenter de manière explicite, aux différentes parties, les éléments d'analyse sur lesquels la prise de décision pourra s'appuyer. A ce titre, cette étude est un outil d'analyse au service de la politique de gestion des sites et sols pollués, elle doit respecter les principes suivants :

- le principe de précaution inscrit dans la loi du 2 février 1995,
- le principe de proportionnalité, présent dans la circulaire du 3 décembre 1993,
- le principe de spécificité, présent dans cette même circulaire,
- le principe de transparence, présent dans cette même circulaire.

Nous rappelons néanmoins que les résultats d'une ARR ne peuvent être que positifs, un risque supérieur aux limites acceptable entrainera nécessairement des propositions de gestion complémentaires.

27.1.3 DEMARCHE

La réalisation de cette étude s'effectue conformément à la démarche d'ARR en quatre étapes qui doivent permettre de répondre aux questions suivantes :

- Identification du danger

Est-ce que la substance engendre des effets indésirables pour l'homme ? Quels sont ces effets défavorables ?

L'identification du potentiel dangereux consiste à dresser la liste des types d'effets associés aux substances sélectionnées pour l'étude de risque. Il faut vérifier en particulier si la substance provoque des effets cancérigènes (sans seuil) ou non cancérigènes (à seuil).

- Evaluation de la relation dose - effet

Quelle est la relation entre la dose, ou le niveau d'exposition à une substance, et l'incidence et la gravité de ces effets chez l'homme ?

Pour les effets précédemment identifiés, il s'agit ici de quantifier leur fréquence et leur gravité.

- Evaluation de l'exposition

Quelles sont les voies de transfert du polluant de la source vers la cible ? Quelles sont la durée, la fréquence et l'importance de l'exposition ?

Dans une étude de risque, l'exposition est définie comme le contact entre les sources et les cibles, c'est à dire entre les composés présents dans les divers milieux et l'homme (par ingestion, par inhalation, par contact cutané). L'évaluation de l'exposition est la détermination des voies d'expositions, de la fréquence, de la durée et de l'importance de l'exposition.

- Caractérisation des risques

Quelle est l'expression quantitative du risque correspondant à la synthèse de l'évaluation de la toxicité et de l'exposition ? Quelle est l'interprétation du résultat ? Quels sont les facteurs d'incertitude ?

Après ces différents calculs, le risque est alors défini comme acceptable ou inacceptable suivant les recommandations de l'annexe II de la circulaire du 8 février 2007.

27.1.4 LIMITES DE L'ETUDE

Cette étude a été réalisée suivant une méthode conforme aux pratiques en vigueur dans la profession. Elle a été élaboré suivant la norme NFX 31-620 ainsi que suivant les standards environnementaux en vigueur à ce jour de l'US-EPA (United States Environmental Protection Agency), tout en respectant la méthodologie du guide « Gestion des sites pollués : Diagnostic approfondi ; Evaluations détaillées des risques » rédigé par le BRGM et l'INERIS sous la tutelle du Ministère en charge de l'Environnement (BRGM, 2000).

Les niveaux de risques acceptables sont basés sur les recommandations de l'annexe II de la circulaire du 8 février 2007.

L'étude et les conclusions sont élaborées en l'état actuel des connaissances scientifiques tant du point de vue chimique, géologique que toxicologique.

27.2 COLLECTE ET ANALYSE DES DONNEES

27.2.1 RAPPEL DES INVESTIGATIONS REALISEES

Les données disponibles utilisées dans le cadre de la présente étude sont synthétisées dans les chapitres précédents.

Les résultats analytiques et mesures de terrain obtenus dans le cadre du présent rapport et des études précédentes, ainsi que les mesures de gestion proposées dans le cadre du scénario 1 du Plan de Gestion, mettent en évidence :

Milieu sol :

- La présence d'hydrocarbures totaux, la concentration maximale mesurée étant de 81500 mg/kg au droit du sondage F16 et entre 1,4 et 2,7 m de profondeur. Notons que pour l'ensemble des teneurs résiduelles présentes, les fractions des hydrocarbures concernées sont majoritairement lourdes (> C16). En effet, on compte au maximum environ 10,5 % de fraction volatiles (C10-C16).
- La présence de HAP sur la majorité des sondages. La concentration maximale attendue étant située au droit de F32 entre 2 et 3 m (HAP totaux = 20 mg/kg).
- Des impacts diffus en COHV. Les composés détectés sont le tétrachloroéthylène (PCE), le trichloroéthylène les cis et trans-dichloroéthylène. Ces composés sont présents majoritairement à l'état de traces et plus ponctuellement en teneurs plus concentrées localisées au niveau du sondage F17 (1,3 et 2,5 m),
- Des BTEX sur la majorité des échantillons analysés avec néanmoins des teneurs d'ordre plus concentrées sur seulement quelques échantillons. La teneur maximale a été mesurée dans l'échantillon F31 (1,6 – 2,8 m) (Somme des BTEX = 11,7 mg/kg MS et absence de benzène),
- Des anomalies en métaux (Cd, Cu, Pb et Zn) sur la majorité des échantillons analysés. Des teneurs en mercure à l'état de traces ont également été observées sur la majorité des échantillons analysés,
- Des anomalies en PCB sur la majorité des échantillons analysés. On note que seulement 8 échantillons ont fait l'objet d'analyse en PCB sur les 32 échantillons analysés.
- Des anomalies concentrées et bien localisées en dioxines et furannes.

Milieu eaux souterraines :

Un réseau de 5 piézomètres a été installé au droit du secteur aval avec un ouvrage en amont et quatre en aval. On note que les eaux souterraines sont situées à environ 3 – 4 m de profondeur par rapport au sol et s'écoulent dans la direction de l'Arve soit vers le nord-ouest du site. On observe un

impact en polluants organiques (HCT, HAP, COHV, BTEX et PCB) sur les eaux souterraines avec la présence d'une phase flottante de type hydrocarbure au droit du PZ2. De manière générale, cet impact est observé sur l'ouvrage PZ2 et en moindre mesure sur le PZ1. Les PZ6 et PZ7 situés aux extrémités du site ne sont pas impactés en polluants organiques. Le secteur aval contribue également à l'enrichissement en azote, matière en suspension, matière organique biodégradable et oxydable sur les eaux souterraines.

Milieu gaz du sol :

La campagne de gaz du sol a été réalisée au mois d'aout 2014 et a considéré deux ouvrages, le Pzair4 et le Pzair6, localisés dans le secteur ou des teneurs les plus élevées en composés organiques (sondage F16, F17) ont été mesurées :

- La présence de COHV et plus particulièrement de trichloroéthylène, de tétrachloroéthylène et de cis-trans-1,2-dichloroethylène,
- La présence d'hydrocarbures volatils avec une décomposition selon la spéciation des hydrocarbures (analyse TPH)
- La présence de naphtalène,
- La présence de BTEX.

On note que le mercure volatil et les PCB volatils n'ont pas été recherchés dans les gaz du sol. Néanmoins, le mercure a été détecté dans les sols à l'état de traces et les PCB sont des composés faiblement volatils.

27.2.2 DEFINITION DE LA TYPOLOGIE DES SOLS

Selon les coupes lithologiques des sondages réalisés, le massif de déchet est compris dans une matrice de type sablo-graveleuse. Dans ce sens et par mesure sécuritaire les sources de pollution sont considérées dans des sables (matrice favorisant les dégazages).

Le projet prévoit un réaménagement du massif de déchet avec la mise en place d'un recouvrement de surface incluant une geomembrane puis une couche de matériaux imperméables (matériaux étanches). En ce sens, la couche de surface est assimilée à des limons, hypothèse sécuritaire.

→ Dans la suite du projet, il sera pris en compte une source de pollution, massif de déchets de 2,80 m d'épaisseur en moyenne et considérés comme des sables (Sand) et une couche de sol superficielle de 0,3 m d'épaisseur constitué de limons (Silt).

Plusieurs échantillons ont également fait l'objet d'analyses en COT (dans le cadre des analyses ISDI). La plus faible teneur mesurée dans le massif de déchet est de 4 500 mg/kg MS.

27.2.3 IDENTIFICATION DES SUBSTANCES ET CONCENTRATIONS RESIDUELLES ATTENDUES

Considérant les travaux de réaménagement prévu dans le cadre du plan de gestion (imperméabilisation totale du secteur aval), toutes les pollutions identifiées dans les sols, les eaux souterraines et les gaz du sol seront présentes sur le site.

Concernant le milieu eau souterraine, de la phase flottante a été observée dans l'ouvrage Pz2. Dans le cadre du plan de gestion la contamination de la phase flottante serait pompée et écrémée.

Ainsi, les substances et concentrations résiduelles maximales attendues dans les sols, les eaux souterraines et l'air du sol sont synthétisées dans les tableaux suivants.

Les Figures 6 p. 27 et 8 p. 47 présentent la localisation de l'ensemble des investigations réalisées (sols et gaz du sol) sur le plan de masse projet transmis par le client.

Tableau 81 : Substances et concentrations maximales attendues dans les sols

Paramètres	Unités	Concentrations résiduelles maximales attendues dans le massif de déchets	Sondage concerné
Eléments Traces métalliques			
Arsenic (As)	mg/kg Ms	79	F17 (1.3-2.5)
Cadmium (Cd)		11	F10 (0.5-2.1)
Chrome (Cr)		2100	F16 (1.4-2.7)
Cuivre (Cu)		3800	F17 (1.3-2.5)
Mercure (Hg)		0,62	F2 (1-2.9)
Nickel (Ni)		1300	F16 (1.4-2.7)
Plomb (Pb)		900	F19 (1.4-2.5)
Zinc (Zn)		4600	F17 (1.3-2.5)
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)			
Acénaphtène	mg/kg Ms	0,19	F32(2-3)
Fluorène		0,45	
Pyrène		1,9	
Benzo(b)fluoranthène		1,7	
Dibenzo(a,h)anthracène		0,28	
Anthracène		0,61	
Benzo(a)anthracène		1,8	
Benzo(a)pyrène		1,9	
Benzo(g,h,i)périylène		0,87	
Benzo(k)fluoranthène		0,84	
Chrysène		2,2	
Fluoranthène		3,6	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène		1,3	
Naphtalène		3,1	
Phénanthrène		3,6	
HAP (6 Borneff) - somme		9,8	
Somme HAP (VROM)		16	
HAP (EPA) - somme		20	
Composés Monoaromatiques Volatils (BTEX)			
Benzène	mg/kg Ms	0,25	F10 (0.5-2.1)
Toluène		1,1	F3 (1.5-3)
Ethylbenzène		1,6	F9 (1.5-2.5)
m,p-Xylène		8,6	F31(1.6-2.8)
o-Xylène		1,4	F31(1.6-2.8)
Somme Xylènes		10	-
Composés Organo Halogéné Volatils (COHV)			
Chlorure de Vinyle	mg/kg Ms	4,1	F17 (1.3-2.5)
Trichloroéthylène		34	F17 (1.3-2.5)
Tétrachloroéthylène		7,2	F31(1.6-2.8)
cis-1,2-Dichloroéthène		19	F17 (1.3-2.5)
Trans-1,2-Dichloroéthylène		3,9	F17 (1.3-2.5)
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes		23	F17 (1.3-2.5)
Hydrocarbures Totaux (HCT)			
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	81500	F16 (1.4-2.7)
Fraction C10-C12		1390	F31(1.6-2.8)
Fraction C12-C16		5050	F16 (1.4-2.7)
Fraction C16-C20		13800	F16 (1.4-2.7)
Fraction C20-C24		19200	F16 (1.4-2.7)
Fraction C24-C28		20500	F16 (1.4-2.7)
Fraction C28-C32		13500	F16 (1.4-2.7)
Fraction C32-C36		6310	F16 (1.4-2.7)
Fraction C36-C40		2450	F16 (1.4-2.7)
PolyChloroBiphényl (PCB)			
PCB (28)	mg/kg Ms	0,39	F3 (1.5-3)
PCB (52)		0,84	F3 (1.5-3)
PCB (101)		0,6	F3 (1.5-3)
PCB (118)		0,38	F3 (1.5-3)
PCB (138)		0,5	F3 (1.5-3)
PCB (153)		0,49	F3 (1.5-3)
PCB (180)		0,37	F15 (0.5-1.8)
Somme PCB (STI) (ASE)		3,1	F3 (1.5-3)
Somme 7 PCB (Ballschmiter)		3,5	F3 (1.5-3)
Dioxines et Furannes			
I-TEQ-PCDD/F-OMS 2005 (limite inférieure)	ng/kg Ms	6530	F10 (0.5-2.1)
I-TEQ-PCDD/F-OMS 2005 (limite supérieure)		6530	F10 (0.5-2.1)

Tableau 82 : Substances et concentrations maximales attendues dans les eaux souterraines

Paramètres	Unités	Concentrations maximales observées dans les eaux souterraines	Ouvrages
Eléments Traces métalliques			
Arsenic (As)	µg/l	80,2	PZ7 (aval)
Cadmium (Cd)		3,9	PZ6 (aval)
Chrome (Cr)		36	PZ1 (aval)
Cuivre (Cu)		58	PZ3 (amont)
Nickel (Ni)		230	PZ1 (aval)
Plomb (Pb)		130	PZ3 (amont)
Zinc (Zn)		1000	PZ1 (aval)
Hydrocarbures Totaux (HCT)			
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l	104000	PZ2 (aval)
Fraction C10-C12		4240	
Fraction C12-C16		3680	
Fraction C16-C20		10800	
Fraction C20-C24		28000	
Fraction C24-C28		32000	
Fraction C28-C32		17000	
Fraction C32-C36		6700	
Fraction C36-C40		2100	
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)			
Naphtalène	µg/l	18	PZ2 (aval)
Acénaphtène		0,12	PZ7 (aval)
Fluorène		2,4	PZ2 (aval)
Phénanthrène		10	PZ2 (aval)
Anthracène		0,023	PZ1 (aval)
Fluoranthène*		3,7	PZ2 (aval)
Pyrène		2,3	PZ2 (aval)
Chrysène		2,6	PZ2 (aval)
Somme des HAP (16) - EPA		39	PZ2 (aval)
Composés Organo Halogéné Volatils (COHV)			
1,1-Dichloroéthane (1,1-DCA)	µg/l	12	PZ2 (aval)
Trichloroéthylène (TCE)		14	
cis-1,2-Dichloroéthène (Cis-1,2-DCE)		1500	
Trans-1,2-Dichloroéthylène		2,8	
Chlorure de Vinyle (CV)		620	
Composés Monoaromatiques Volatils (BTEX)			
Benzène	µg/l	2,7	PZ2 (aval)
Toluène		30	
Ethylbenzène		24	
Orthoxylène		8,7	
Para- et Métaxylène		65	
Xylènes		74	
PolyChloroBiphényl (PCB)			
PCB (28)	µg/l	0,44	PZ2 (aval)
PCB (52)		2,6	
PCB (101)		5,2	
PCB (118)		3,5	
PCB (138)		5,2	
PCB (153)		3,7	
PCB (180)		1,1	
Somme 7 PCB		22	

La localisation des piézomètres est reprise sur la figure n°66 en page 137.

Tableau 83 : Substances et concentrations maximales attendues dans l'air du sol

Paramètres	Unités	Concentrations maximales mesurées au droit du massif de déchets	Ouvrages
Composés Organo Halogéné Volatils (COHV)			
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/m^3	30,2	PZair6
Trichloroéthylène (TCE)		132,1	
cis-1,2-Dichloroéthène (Cis-1,2-DCE)		58,5	
Trans-1,2-Dichloroéthylène (trans-1,2-DCE)		47,2	
Chlorure de Vinyle (CV)		36,8	
Composés Monoaromatiques Volatils (BTEX)			
Benzène	µg/m^3	1245,3	PZair6
Toluène		386,8	
Ethylbenzène		8198,1	
m,p-Xylène		7434,0	
o-Xylène		792,5	
Somme Xylènes		8207,5	
Hydrocarbures aliphatiques et aromatiques (TPH)			
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6	µg/m^3	3962,3	PZair6
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8		82075,5	
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10		188679,2	
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12		122641,5	
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16		9434,0	
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7		1226,4	
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8		386,8	
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10		30188,7	
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12		10377,4	
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16		1037,7	
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)			
Naphtalène	µg/m^3	57,6	PZair6

Bien que l'unique campagne date de l'année 2014, on retiendra que l'ouvrage PZair6 est installé dans la zone ou les concentrations maximales en polluants ont été mesurées dans le milieu sol.

27.2.4 SCHEMA CONCEPTUEL

Le schéma conceptuel est présenté de façon à visualiser :

- la ou les sources de pollution ;
- les voies de transfert possibles ;
- les cibles potentielles ;
- les milieux d'exposition.

Voies et milieux d'exposition

Un risque est défini par :

- une source de contamination ;
- un milieu d'exposition ;
- une cible.

Si l'un de ces éléments n'existe pas, alors aucun risque n'est caractérisable.

27.2.4.1 Identification des cibles potentielles et voies de transfert

Les cibles sont les personnes susceptibles d'être exposées de manière chronique aux substances présentes au droit du site.

Au vu de l'usage retenu du site (chemin piétonnier), les cibles potentielles sur site sont les utilisateurs du secteur (promeneurs majoritairement).

Les pollutions présentes seront recouvertes par un confinement de surface incluant la mise en place d'une geomembrane puis d'une couche de matériaux étanches (assimilée à des limons). Ainsi, la principale voie de transfert retenue est liée au **dégazage** de polluants présents dans les sols, les eaux souterraines et les gaz du sol.

Un impact dans les eaux souterraines a été relevé et plus particulièrement au droit de l'ouvrage PZ2 dans lequel une phase flottante a été observée.

Depuis 2014, l'état des eaux superficielles s'écoulant au nord du site et l'état des sédiments de l'Arve (amont et aval) font l'objet d'un suivi environnemental.

Des impacts ponctuels ont été observés :

- Dans les eaux superficielles et en aval :
  - En hydrocarbures sur le point aval lors des campagnes d'aout 2018 et de février 2019,
  - En chlorure de vinyle lors de la campagne de février 2019,
  - En dioxines et furannes mais à l'état de traces lors de la campagne de février 2019.
- Dans les sédiments et en aval :

- En hydrocarbures lors de la campagne de mars 2014 qui n'a pas été mesurés à postériori,
- En PCB à l'état de traces lors de la campagne d'aout 2014,
- En dioxines et furannes et PCB-DL à l'état de traces lors de la campagne de décembre 2014,

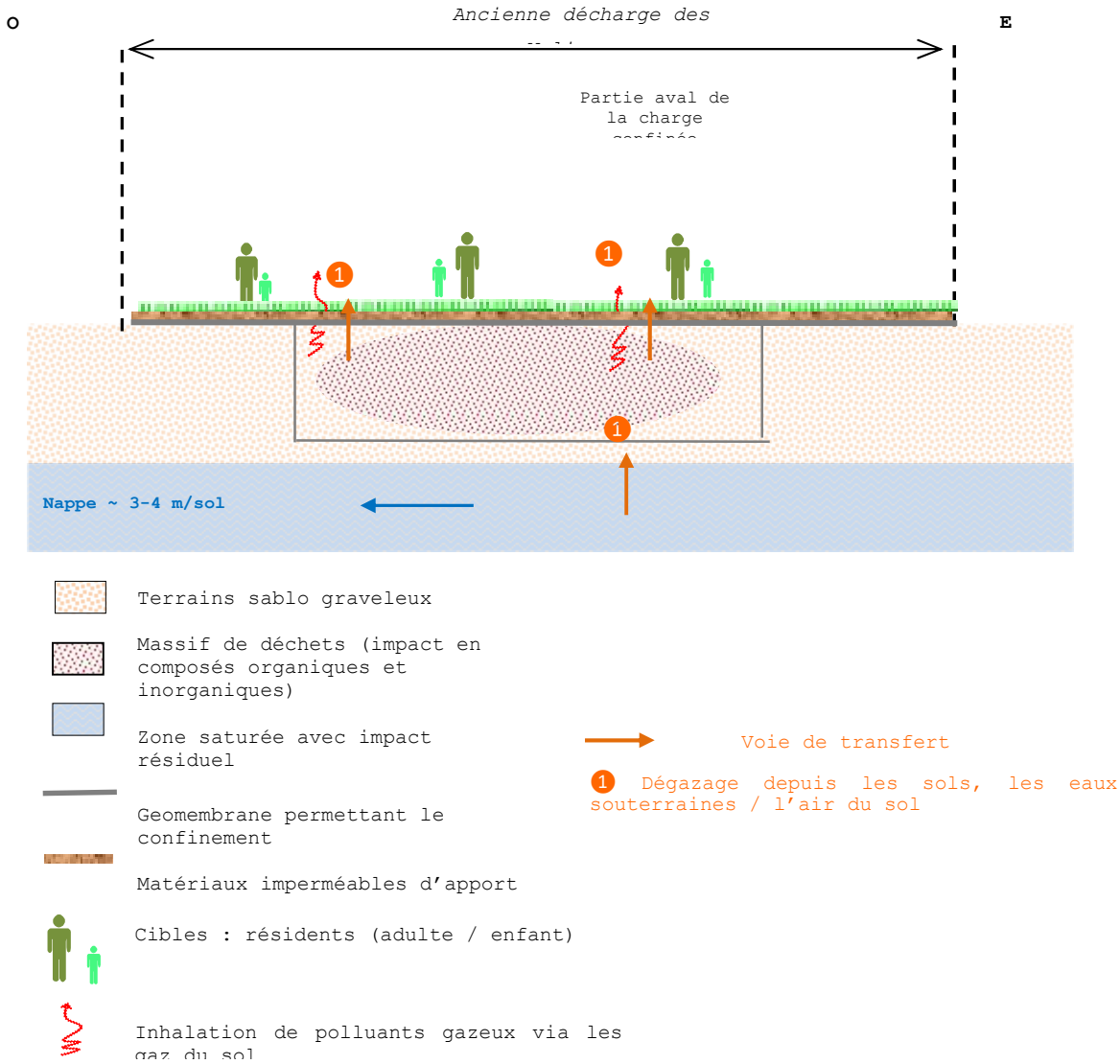
Considérant la ponctualité des impacts sur les eaux superficielles et les sédiments, il n'est pas retenu d'impact significatif. De plus, étant donné que le plan de gestion prévoit un confinement du massif de déchets, les éventuels transferts hors site qui y sont liés ne seront pas étudiés dans la suite de l'étude.

De la même manière, le transfert de polluant par dégazage depuis les eaux superficielles et les sédiments est exclu de la présente étude.

Les voies d'expositions suivantes sont exclues de la présente étude :

- L'utilisation des eaux de la nappe sur ou en aval du site, en l'absence d'usage sur site et en l'absence d'impact suspecté ou avéré hors site,
- L'ingestion d'eau contaminée par perméation de polluants organiques volatils à travers les canalisations. En effet, il n'est pas prévu la réalisation de canalisation d'eau potable transitant le massif de déchets,
- La consommation de végétaux autoproduits, la cueillette et la consommation de champignons et/ou herbes aromatiques. Il est prévu un confinement total du massif de déchet, en ce sens les éventuelles denrées consommables seront cultivées « hors-sol ». Le développement racinaire ne sera pas en contact avec les sols impactés constitutifs du massif de déchets.

Egalement, sont exclues l'ensemble des voies d'exposition liées aux expositions directes : ingestion de sols, d'eau souterraine et contacts avec ces milieux.



DEKRA	Ancienne décharge des Valignons – SIVOM de Cluses (74)		
	Figure 102 : Schéma conceptuel retenu dans le cadre de l'ARR.	Echelle :	sans
		Source :	DEKRA

27.3 EVALUATION DES DANGERS

L'évaluation du potentiel dangereux des substances consiste à identifier les effets indésirables qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer chez l'homme. Pour évaluer les dangers d'une substance, il est nécessaire de connaître :

- son comportement dans l'environnement, qui est déterminé par ses caractéristiques physico-chimiques (solubilité, volatilité…) ;
- ses effets sur la santé, qui consiste à identifier les effets indésirables qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer chez l'homme, et de définir les valeurs de référence qui représentent la limite entre le risque acceptable et le risque inacceptable.

L'ensemble des éléments concernant l'évaluation des dangers est présenté en annexe.

Cf. Annexe 7 : Evaluation des dangers.

27.3.1 TOXICOLOGIE DES SUBSTANCES

Dans le cadre d'une ARR, les éléments suivants sont recherchés :

- l'identification du **potentiel dangereux** des substances : effets toxiques aigus, chroniques, effets cancérigènes, organes cibles,
- l'évaluation de la **relation dose-effet** qui a pour but de définir une relation quantitative entre la dose ou la concentration absorbée ou administrée et l'incidence de l'effet délétère. On recherche alors les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR).

Pour les substances à seuil :

Les effets néfastes apparaissent à partir d'une certaine concentration d'exposition. On recherche les valeurs des doses de référence (RfD pour la voie orale) et concentration de référence (RfC pour la voie inhalation). Ces valeurs correspondent à des niveaux d'exposition sans risque appréciable d'effets néfastes sur l'homme.

Pour les substances sans seuil (cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques) :

Il n'y a pas de niveau d'exposition sans risque, il y a un risque dès la première exposition. Les valeurs toxicologiques de références sont exprimées sous forme d'Excès de Risque Unitaire (ERUo pour la voie orale et ERUi pour la voie inhalation) qui expriment la relation entre le niveau d'exposition et la probabilité supplémentaire de développer l'effet cancérigène.

Les informations recueillies en termes de toxicité des substances sont présentées en annexe.

Choix des VTR

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

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

- En premier lieu, sélectionner les VTR construites par l'ANSES[7] si elles existent ;
- En second lieu, si une expertise nationale a été menée, retenir les VTR issues de la sélection approfondie réalisée dans le cadre de l'expertise (sous réserve que l'expertise soit postérieure à la date de parution de la VTR la plus récente) ;
- Sinon, sélectionner la VTR la plus récente parmi les trois bases de données suivantes : l'US-EPA[8], l'ASTDR[9], ou l'OMS[10], sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée ;
- Enfin, si aucune VTR n'est retrouvée dans les quatre bases de données précédentes, choisir la plus récente proposée par Santé Canada[11], RIVM[12], l'OEHHA[13] ou l'EFSA[14].

Les documents suivants sont donc retenus, lorsque pertinents :

- Rapport n°DCR-08-94380-11776C : Point sur les valeurs toxicologiques de référence – mars 2009, INERIS ;
- Rapport n°DCR-03-47026-ETSC-BDo-N°03DR177 : Hydrocarbures Aromatiques Polycyliques, INERIS, décembre 2003.

[7] ANSES : Agence Nationale de SEcurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail : http://www.anses.fr

[8] US-EPA : United States – Environmental Protection Agency – http://epa.gov.iris/

[9] ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Etats-Unis) – http://atsdr.cdc.gov/

[10] OMS : Organisation Mondiale de la Santé

[11] Santé Canada : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/psl1-lsp1/index-fra.php

[12] RIVM : Rijksinstituut voor Volksgesondheit en Milieu. Institu national de la santé publique et de l'environnement (Pays-Bas) http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/711701025.pdf

[13] OEHHA : Office of Environnmental Health Hazard Assessment (antenne californienne de l'US-EPA) http://www/oehha.ca.gov/risk/ChemicalDB.index.asp

[14] EFSA : European Food Safety Authority – http://www/efsa.europa.eu/fr/

27.3.2 PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES DES SUBSTANCES

Les propriétés physico-chimiques des différentes substances sélectionnées sont également répertoriées en annexe. Quelques propriétés sont à remarquer :

La pression de vapeur

Elle indique la tendance d'un composé à être volatilisé depuis sa phase libre. Plus la pression de vapeur est importante, plus il pourra être volatilisé.

A titre indicatif, une pression de vapeur supérieure à 1 mm Hg indique une forte tendance à la volatilisation. Si elle est inférieure à 10^{-3} mm Hg, le composé aura une faible tendance à la volatilisation.

Pour illustration :

Substance	Pression de vapeur (mm Hg)
Hydrocarbures aromatiques C12-C16	0,036 (faible)
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	48 (très élevée)

La constante de Henry :

Elle indique la tendance d'un composé à être volatilisé à partir d'une phase aqueuse. Plus la constante H est élevée, plus le composé est volatil.

A titre indicatif, une constante de Henry supérieure à 0,04 indique une forte tendance à la volatilisation, tandis qu'une constante de Henry inférieure à 0,0004 indique une faible tendance à la volatilisation.

Pour illustration :

Substance	H
Hydrocarbures aromatiques C12-C16	0,053
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	50 (très élevée)

Les coefficients d'adsorption :

Le coefficient de partition octanol-eau, Kow, indique la tendance du composé à être adsorbé sur les particules solides ou la matière organique.

Le coefficient d'adsorption sur la matière organique, Koc, indique la tendance du composé à être adsorbé sur la matière organique spécifiquement. Plus ces valeurs sont importantes plus le composé est adsorbable.

Pour illustration :

Substance	Log Kow	Koc
Hydrocarbures aromatiques C12-C16	3.9	5010
Hydrocarbures aliphatiques C6-C8	4	3900

Sélection des substances à prendre en compte

Les substances retenues en première approche correspondent à l'ensemble des composés disposants disposant d'une VTR pour une exposition par inhalation, présents dans les sols, les eaux souterraines ou l'air du sol.

Composés non retenus

Absence de valeurs toxicologiques de référence

Les coupes d'hydrocarbures présentant plus de 16 atomes de carbones ne disposant pas de VTR relative à l'inhalation. Les hydrocarbures HC > C16 ne seront pas retenus dans l'évaluation du risque lié à cette voie d'exposition.

Absence de propriétés volatiles

Les métaux et les dioxines et furannes pourront être présents en concentrations anomaliques dans les sols, voire les eaux souterraines, en particulier l'arsenic, le cadmium, le chrome, le cuivre, le nickel, le mercure, le plomb et le zinc. Cependant, hormis pour le mercure ces composés ne disposent pas de propriétés volatiles. L'inhalation liée au dégazage de substances volatiles étant la seule voie d'exposition retenue, ces composés sont donc de fait exclus de la présente étude. Concernant le mercure, il possède des propriétés volatiles mais considérant les teneurs maximales observés (0,62 mg/kg MS), il n'est pas retenu dans le cadre de la présente évaluation.

Composés présents dans plusieurs milieux

Lorsqu'un composé a été recherché à la fois dans les sols, les eaux souterraines et dans l'air du sol, nous retiendrons préférentiellement les concentrations mesurées dans l'air du sol. Aussi, les composés détectés dans les sols mais non détectés dans l'air du sol ne sont en première approche pas retenus.

En effet, l'utilisation de données sur l'air du sol permet de s'affranchir d'une étape de modélisation et apporte donc des informations plus réalistes sur la situation. Aussi, ces mesures ont l'avantage d'intégrer un éventuel dégazage de la nappe. Ce choix concerne les composés à la fois recherchés dans les sols et dans l'air du sol, à savoir : les BTEX, les HC volatils avec distinction aromatiques et aliphatiques, les COHV et le Naphtalène.

Composés non recherchés dans l'air du sol

Certains composés détectés dans les sols et disposant de propriétés semi-volatiles n'ont pas été recherchés dans l'air du sol. Cela concerne les HAP en dehors du naphtalène, le mercure et les PCB.

Rappelons que le Naphtalène est le composé le plus volatil des HAP et que les PCB et le mercure ne sont présents qu'à l'état de traces et ne disposent que de faibles propriétés volatiles.

Sélection des concentrations à prendre en compte

Les concentrations retenues en première approche correspondent aux concentrations maximales attendues dans l'air du sol au droit du site. Elles correspondent ainsi aux concentrations présentées dans le Tableau 3.

27.4 EVALUATION DES EXPOSITIONS

27.4.1 DÉFINITION DES CONCENTRATIONS D'EXPOSITION

Dans cette phase, il s'agit de quantifier les doses de substances auxquelles sont exposées les cibles.

Les doses d'exposition, pour un type de cible, une substance et une voie d'exposition donnée sont détaillées dans les chapitres suivants.

27.4.1.1 FORMULE GÉNÉRALE DE CALCUL DE L'EXPOSITION

Pour la voie orale et la voie cutanée, la formule de la dose journalière d'exposition est, pour une substance et une voie d'exposition :

$$\mathrm{DJE\ (mg/kg_{pc}/j)} = \frac{C_{env} \cdot Q_{adm} \cdot F \cdot D_{\exp}}{P \cdot D_{moy}}$$

avec Cenv : concentration dans le milieu administré (air, eau, aliment...) (mg/kg)

Qadm : quantité de milieu administrée par voie d'exposition (orale/cutanée) (kg/j)

F : fréquence d'exposition (jour/an)

Dexp : durée d'exposition en années (unité : an) ; 6 ans / enfant et 30 ans / adulte

P : poids corporel (unité : kgpc) ; 15 kg / enfant, ou 70 kg / adulte

Dmoy : durée sur laquelle l'exposition est moyennée (unité : jours), c'est-à-dire Dexp pour le calcul de la dose d'exposition pour un effet à seuil et Dvie = 70 ans pour un effet sans seuil

Pour la voie respiratoire, la dose journalière d'exposition est remplacée par la concentration moyenne inhalée, CI, par jour :

$$CI\,(mg/m^3) = \sum_i (C_i.t_i).\frac{F.fr.D_{exp}}{D_{moy}}$$

avec Ci : concentration en polluants dans l'air inhalé pendant la fraction de temps ti (mg/m³)

ti : fraction de temps exposé à la concentration Ci pendant une journée (sans unité)

F : fréquence d'exposition (jour/an)

fr : facteur de rétention des poussières dans les poumons (sans unité) ; 0,75

Dexp : durée d'exposition (unité : an) ; 6 ans / enfant et 30 ans / adulte

Dmoy : durée sur laquelle l'exposition est moyennée (unité : jours) ; c'est-à-dire Dexp pour le calcul de la dose d'exposition pour un effet à seuil et Dvie = 70 ans pour un effet sans seuil

L'exposition totale à une substance pour un scénario et un récepteur est la somme des expositions par chacune des voies d'expositions.

27.4.1.2 Evaluation liée à l'inhalation de vapeurs

Outil de l'évaluation

L'équation permettant de déterminer les CI (concentrations inhalées) présentée au paragraphe précédent a été utilisée pour l'évaluation des expositions liées à l'inhalation de vapeurs.

Les concentrations dans l'air ont été estimées à partir d'un code de calcul permettant de simuler les phénomènes de dégazage des substances depuis les sols, les eaux souterraines ou l'air du sol.

Les équations du logiciel RISC 4.0 (développé par BP oil International version de 2001) réécrites sous Excel ont été utilisées pour l'évaluation des expositions dans l'air.

La modélisation des expositions aux vapeurs dans l'air intérieur, à partir de l'air du sol, des sols ou des eaux, a été réalisée à partir des équations de Johnson & Ettinger (1991) utilisées avec une source de pollution infinie. Le transfert de vapeur est conditionné par un mouvement diffusif (équations de Millington and Quirck et équation de Fick) et un mouvement convectif induit par les effets de la ventilation.

Les équations utilisées pour réaliser ces simulations sont présentées en annexe.

Cf. Annexe 8 : Détails des calculs.

Valeurs des paramètres

Les paramètres permettant d'estimer les concentrations dans l'air extérieur, par dégazage des substances depuis l'air du sol, ont été déterminés à partir :

- des données de terrain (par ex : profondeur des piézairs) ;
- des données de la littérature pour les paramètres non mesurés (ex : porosité de la zone de transfert, hauteur de la frange capillaire), en se basant sur des valeurs adaptées à la réalité du terrain.

Les valeurs des paramètres permettant de calculer les CI sont présentées dans les tableaux suivants :

- valeurs des paramètres d'exposition pour les cibles ;
- valeurs des paramètres de modélisation.

Valeurs des paramètres d'exposition des cibles

Les cibles retenues sont les futurs usagers du site présentant une exposition en extérieur.

Tableau 84 : Valeur des paramètres d'exposition pour les cibles retenues

Paramètres		unité	Cible 1 Adulte	Cible 2 Enfant
Dexp	Durée d'exposition	An	40	18
Dvie	Durée de vie	An	70	70
Fexp	Fréquence d'exposition	Jr/an	350	350
T_{Ext}	Taux d'exposition au droit du site réaménagé en terrain de promen	-	1h/24	1h/24

Durée d'exposition :

Adulte : nous avons retenu une durée d'exposition de 40 ans, cette hypothèse est majorante puisqu'elle implique que la personne passe une grande partie sa vie au même endroit.

Enfant : la durée d'exposition de 18 ans correspond à la tranche d'âge 0-18 ans.

Fréquence d'exposition :

La fréquence d'exposition a été choisie de 350 jours/an (adultes et enfants). Cette hypothèse est majorante puisqu'elle implique que les personnes fréquenteront quotidiennement le site hormis 15 jours dans l'année.

Fraction de temps passé à l'extérieur sur le site de la décharge réaménagée :

Les données retenues pour le temps d'exposition au droit de la décharge réaménagée sont estimées à 1h/jour et peuvent correspondre à une activité de promenade, de jogging et/ou de chasse. Concernant une activité de chasse, le temps d'exposition sera peut-être plus long (3-4h) mais plus ponctuel (1 fois par semaine lors de la période de chasse). Au global, l'activité de chasse est incluse dans les temps d'exposition retenues.

Valeurs des paramètres de modélisation

Les valeurs des paramètres utilisés pour la modélisation du transfert de vapeur depuis l'air du sol vers l'air ambiant sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 85 : Valeur des paramètres pour le dégazage en extérieur

Dégazage en extérieur	unité	Valeur	Origine de la valeur
Caractéristiques du remblai au dessus du massif de déchet			
Porosité totale	cm^3/cm^3	0,35	Valeur par défaut pour des Limons (Silt - EPA)
Contenu en eau	cm^3/cm^3	0,21	Valeur par défaut pour des Limons (Silt - EPA)
Fraction de carbone organique	mg/mg	0,0045	Valeur minimale des mesures en COT
Densité du sol	g/cm^3	1,35	Valeur par défaut pour des Limons (Silt - EPA)
Epaisseur minimale des terres d'apport	m	0,3	Epaisseur minimale de terres d'apport au droit des espaces verts
Caractéristiques du massif de déchets (matrice sableuse)			
Porosité totale	cm^3/cm^3	0,3	Valeur par défaut pour des Sables (Sand S - EPA)
Contenu en eau	cm^3/cm^3	0,05	Valeur définie d'après la moyenne des teneurs en MS dans les sols (moyenne sur 25 échantillons de sols)
Fraction de carbone organique	mg/mg	0,002	Valeur par défaut pour des Sables (Sand - EPA)
Densité du sol	g/cm^3	1,66	Valeur par défaut pour des Sables (Sand - EPA)
Distance de la source aux extérieurs	m	0	Source en extérieur située sous un minimum de 30 cm de terres d'apport et jusqu'à 3,1 m de profondeur au maximum
Epaisseur de la zone source au droit du futur sous-sol	m	2,8	
Caractéristiques de la zone de respiration ("box model")			
Hauteur respiration adulte	m	1,5	Hauteur de respiration communément utilisée dans ce type de modélisation (sécuritaire)
Hauteur respiration enfant	m	1	
Longueur	m	400	Longueur approximative des espaces extérieur au droit de la pollution résiduelle
Vitesse du vent	m/s	1,5	Vitesse moyenne du vent entre 06/12 et 12/19- station de Mieussy Matringes

Nous avons considéré une pollution contenue dans le massif de déchets (de nature sableuse) directement sous une épaisseur de 30 cm de matériaux de type limoneux.

27.4.1.3 RÉSULTATS DES CONCENTRATIONS DANS L'AIR

Les résultats des concentrations modélisées dans l'air ambiant sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 86 : Concentrations de vapeurs modélisées dans l'air ambiant extérieur

Concentration moyenne modélisée dans l'air ambiant (mg/m^3)	En extérieur Adultes	En extérieur Enfants
Composés Organo Halogéné Volatils (COHV)		
Tétrachloroéthylène (PCE)	1,50E-06	2,25E-06
Trichloroéthylène (TCE)	7,20E-06	1,08E-05
cis-1,2-Dichloroéthène (Cis-1,2-DCE)	2,97E-06	4,46E-06
Trans-1,2-Dichloroéthylène (trans-1,2-DCE)	2,30E-06	3,46E-06
Chlorure de Vinyle (CV)	2,69E-06	4,03E-06
Composés Monoaromatiques Volatils (BTEX)		
Benzène	7,57E-05	1,14E-04
Toluène	2,32E-05	3,48E-05
Ethylbenzène	4,24E-04	6,36E-04
Somme Xylènes	4,08E-04	6,12E-04
Hydrocarbures aliphatiques et aromatiques (TPH)		
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6	2,73E-04	4,10E-04
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	5,66E-03	8,49E-03
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	1,30E-02	1,95E-02
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	8,45E-03	1,27E-02
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	6,50E-04	9,75E-04
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7	Cf. Benzène	Cf. Benzène
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8	Cf. Toluène	Cf. Toluène
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	2,08E-03	3,12E-03
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	7,17E-04	1,08E-03
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	7,20E-04	1,08E-03
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)		
Naphtalène	2,40E-06	3,60E-06

27.5 CARACTÉRISATION DES RISQUES

La caractérisation des risques est l'étape finale d'un calcul de risque. Les résultats de l'évaluation de l'exposition et des dangers sont intégrés sous la forme d'une expression quantitative du risque.

Afin de caractériser les effets potentiels, les concentrations d'exposition (calculées dans l'évaluation de l'exposition) sont comparées avec les valeurs toxicologiques de référence (présentées dans l'évaluation des dangers).

Ces comparaisons sont faites séparément pour les substances cancérigènes et les substances non cancérigènes.

Les risques sont d'abord calculés pour chaque substance et chaque voie d'exposition.

L'exposition à plusieurs substances peut induire l'additivité, la synergie (amplification des effets) ou l'antagonisme (annulation des effets).

En l'absence de données sur la synergie entre les substances, il a été considéré, en première approche, l'additivité des risques liés à l'exposition à plusieurs substances dont on suppose que les effets propres à chacune vont s'additionner.

27.5.1 PRINCIPES DE L'ÉVALUATION

27.5.1.1 CALCUL DE RISQUE POUR LES SUBSTANCES NON CANCÉRIGÈNES

Pour les substances non cancérigènes, la possibilité de survenue d'un effet toxique chez l'homme est représentée par un Quotient de Danger (QD, également appelé Indice de Risque IR), calculé comme suit :

Pour la voie d'exposition par inhalation : QD = CI / RfC

Pour les autres voies d'exposition : QD = DJE / RfD

→ La circulaire du Ministère en charge de l'Environnement (2007) recommande de considérer comme acceptable un indice de risque cumulé inférieur à 1.

Lorsque le QD est inférieur à 1, la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable, y compris pour les populations sensibles. Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'un effet toxique ne peut être exclue. En outre, cette possibilité apparaît d'autant plus forte que le QD augmente, mais ce n'est pas une relation linéaire.

27.5.1.2 CALCUL DE RISQUE POUR LES SUBSTANCES CANCÉRIGÈNES

L'effet cancérigène implique que, quel que soit le niveau d'exposition, la substance est susceptible d'induire un effet. Il y a donc un risque dès la première dose d'exposition – on parle dans ce cas d'effet sans seuil.

La relation entre le niveau d'exposition chez l'homme et la probabilité de développer un cancer est exprimée par l'Excès de Risque Unitaire (ERU).

L'ERU représente la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu a de développer un cancer s'il est exposé toute sa vie à une unité de dose toxique.

L'ERU multiplié par la Concentration Inhalé (CI) pour l'inhalation, ou la Dose Journalière d'Exposition (DJE) pour les autres voies, permet de déduire un Excès de Risque Individuel (ERI), qui représente la probabilité que l'individu a de développer l'effet (cancer) associé à la substance, pendant toute sa vie, du fait de l'exposition considérée.

Pour la voie d'exposition par inhalation : $ERI = CI \times ERUi$

Pour les autres voies d'exposition : $ERI = DJE \times ERUo$

L'ERI est calculé pour chaque substance. En première approche, on considérera pour l'évaluation du risque la somme des ERI ainsi calculés.

Cette valeur d'ERI est à comparer à un niveau de risque acceptable généralement compris entre 10^{-4} et 10^{-6}.

Un risque de 10^{-5} signifie l'apparition d'un cas de cancer supplémentaire dû à l'exposition à la substance, dans une population de 100 000 personnes, en plus du risque de base.

→ Les recommandations de l'annexe II de la circulaire du 8 février 2007 indiquent que le niveau de risque acceptable correspond à un ERI inférieur à la valeur de 10^{-5}.

27.5.2 RÉSULTATS DE LA CARACTÉRISATION DES RISQUES

Les résultats de la caractérisation des risques sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 87 : Résultats de la caractérisation des risques - adultes

Caractérisation des risques ADULTES	QD	ERI
	Extérieur	Extérieur
Composés Organo Halogéné Volatils (COHV)		
Tétrachloroéthylène (PCE)	1,50E-07	8,90E-12
Trichloroéthylène (TCE)	8,99E-08	1,64E-10
cis-1,2-Dichloroéthène (Cis-1,2-DCE)	1,98E-06	
Trans-1,2-Dichloroéthylène (trans-1,2-DCE)	1,53E-06	
Chlorure de Vinyle (CV)	1,07E-06	2,33E-10
Composés Monoaromatiques Volatils (BTEX)		
Benzène	3,02E-04	4,49E-08
Toluène	4,88E-08	
Ethylbenzène	1,13E-05	2,42E-08
Somme Xylènes	8,15E-05	
Hydrocarbures aliphatiques et aromatiques (TPH)		
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6	5,93E-07	
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	1,23E-05	
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	5,20E-04	
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	3,38E-04	
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	2,60E-05	
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7		
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8		
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	4,16E-04	
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	1,43E-04	
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	1,44E-04	
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)		
Naphtalène	2,60E-06	3,07E-10
Somme	2,00E-03	6,99E-08

QD = 2.10^{-3} < 1 **ERI = 7.10^{-8} < 1.10^{-5}**

Tableau 88 : Résultats de la caractérisation des risques - enfants

Caractérisation des risques ENFANTS	QD	ERI
	Extérieur	Extérieur
Composés Organo Halogéné Volatils (COHV)		
Tétrachloroéthylène (PCE)	2,25E-07	6,01E-12
Trichloroéthylène (TCE)	1,35E-07	1,11E-10
cis-1,2-Dichloroéthène (Cis-1,2-DCE)	2,97E-06	
Trans-1,2-Dichloroéthylène (trans-1,2-DCE)	2,30E-06	
Chlorure de Vinyle (CV)	1,61E-06	1,57E-10
Composés Monoaromatiques Volatils (BTEX)		
Benzène	4,54E-04	3,03E-08
Toluène	7,33E-08	
Ethylbenzène	1,70E-05	1,63E-08
Somme Xylènes	1,22E-04	
Hydrocarbures aliphatiques et aromatiques (TPH)		
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6	8,90E-07	
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	1,84E-05	
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	7,79E-04	
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	5,07E-04	
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	3,90E-05	
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7		
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8		
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	6,24E-04	
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	2,15E-04	
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	2,16E-04	
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)		
Naphtalène	3,89E-06	2,07E-10
Somme	3,00E-03	4,72E-08

QD = 3.10^{-3} < 1 **ERI = $4,7.10^{-8}$ < 1.10^{-5}**

Sur la base des hypothèses retenues et des mesures de gestion proposées, les résultats mettent en évidence des risques toxiques et cancérigènes inférieurs aux limites définies.

Les figures suivantes présentent la contribution de chaque substance aux niveaux de risques ainsi calculés.

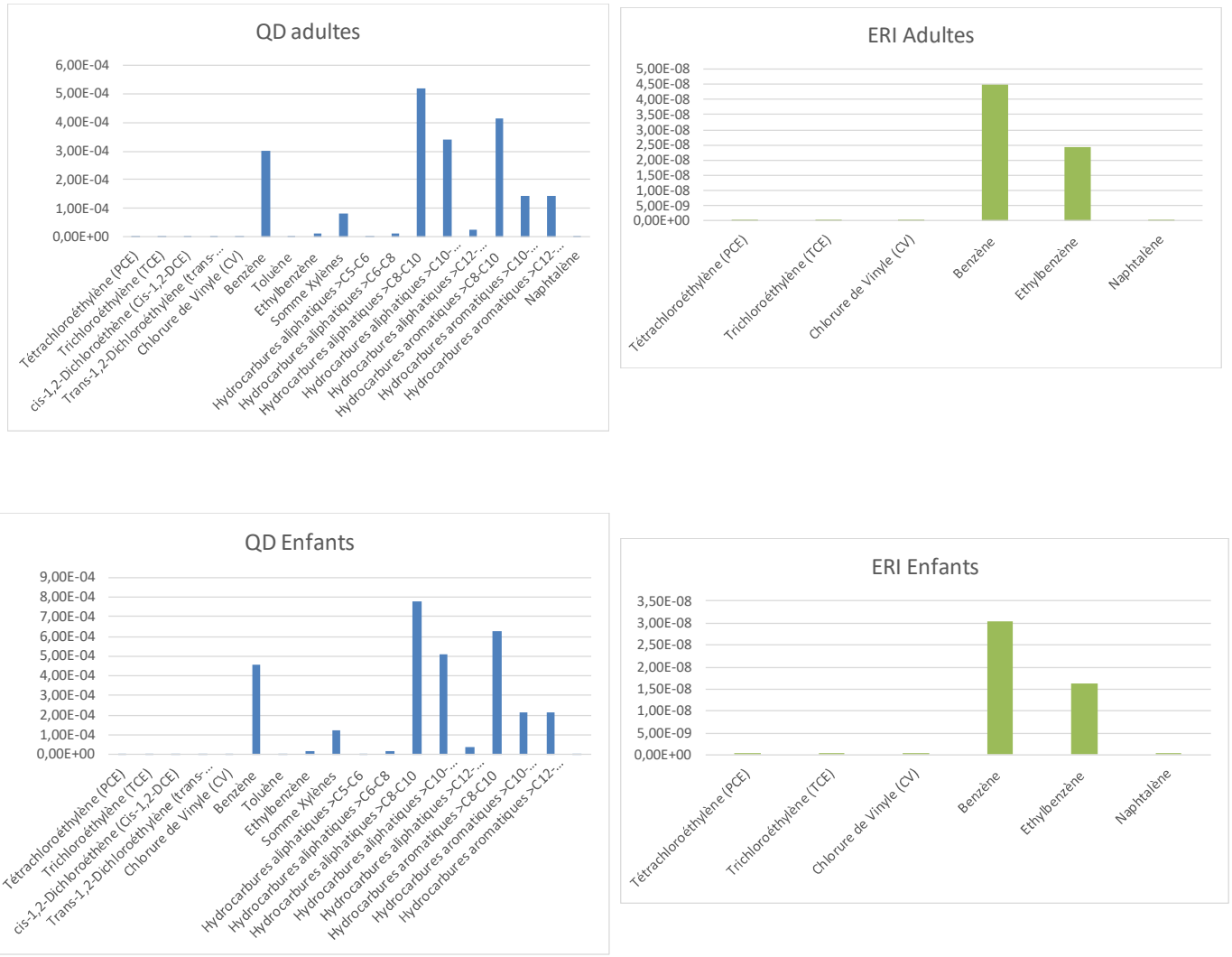


Figure 103 : Contribution des substances et des voies d'exposition au QD et à l'ERI

→ Les risques toxiques et cancérigènes sont principalement liés à l'inhalation de vapeurs de benzène, à l'ethylbenzène, aux hydrocarbures aliphatiques C8-C10 et C10-C12, aux hydrocarbures aromatiques C8-C10 et dans une moindre mesure à la somme des xylènes

27.5.3 ANALYSE DES INCERTITUDES

L'explication et la discussion des incertitudes qui concernent les paramètres et les hypothèses de calcul sont destinées à faciliter l'interprétation des résultats et permettre une gestion optimale des risques.

Les choix qui ont été faits sur les valeurs à attribuer à certains paramètres ou sur le comportement des individus sont entachés d'une incertitude. L'ensemble des paramètres déterminants est discuté dans ce chapitre, et notamment les concentrations de référence et les paramètres descriptifs de l'exposition.

L'approche générale se veut sécuritaire et conduit à des valeurs du risque majorantes (quotients de danger et excès de risque unitaire). Ce chapitre permettra d'apprécier la sensibilité des paramètres et de vérifier l'influence sur le résultat du calcul.

27.5.3.1 CHOIX DES SUBSTANCES

L'ensemble des composés détectés dans l'air du sol a été retenu. Ce choix apparaît cohérent avec les pratiques en vigueur en particulier pour l'évaluation des risques lié au dégazage. Aussi, les limites de détection atteintes pour le prélèvement effectué sont conformes aux attentes.

Les résultats des mesures dans l'air du sol sont cohérents avec les résultats des analyses sur les sols. En effet, le piézair PZair6 est implanté dans la zone des plus fortes concentrations en éléments organiques (autour des sondages F16, F17, F31).

Pour les composés non retenus, HAP autres que le naphtalène, Mercure et PCB, leur prise en compte ne modifierait pas les résultats de l'étude. En effet, les résultats obtenus montrent une contribution relativement modérée du naphtalène aux risques. Rappelons qu'il s'agit du composé le plus volatil des HAP. Pour les PCB et le mercure ces derniers disposent de propriétés volatiles très faibles et ne sont présents qu'à l'état de traces. Leur contribution apparaît également négligeable.

27.5.3.2 CONCENTRATIONS RETENUES

Les concentrations retenues pour effectuer les calculs de risques correspondent aux concentrations maximales mesurées dans l'air du sol et disponible au moment de l'évaluation des risques. Ce choix apparait donc majorant.

Toutefois, lors de la mesure des gaz du sol, réalisée en aout 2014, le toluène, les xylènes et le chlorure de vinyle ont été mesurés sur la couche de mesure et de contrôle. Les estimations ont été réalisées avec les teneurs mesurées uniquement sur la couche de mesure.

De ce fait, une estimation du risque a été réalisée en sommant les teneurs des couches de mesure et de contrôle pour les composés concernés.

Les teneurs dans les gaz du sol et l'estimation de risque associée sont reprises dans les tableaux ci-dessous.

Paramètres	Unités	Concentrations maximales mesurées au droit du massif de déchets (Couche de mesure)	Concentrations maximales mesurées au droit du massif de déchets (Couche de mesure et de contrôle)	Ouvrages
Composés Organo Halogéné Volatils (COHV)				
Chlorure de Vinyle (CV)	µg/m^3	36,8	80,2	PZair6
Composés Monoaromatiques Volatils (BTEX)				
Toluène	µg/m^3	386,8	402,8	PZair6
Somme Xylènes		8207,5	8256,6	

Tableau 89 : Concentration dans les gaz du sol incluant la somme des résultats obtenus sur la couche de mesure et de contrôle

Caractérisation des risques ADULTES	QD	ERI
	Extérieur	Extérieur
Composés Organo Halogéné Volatils (COHV)		
Tétrachloroéthylène (PCE)	1,50E-07	8,90E-12
Trichloroéthylène (TCE)	8,99E-08	1,64E-10
cis-1,2-Dichloroéthène (Cis-1,2-DCE)	1,98E-06	
Trans-1,2-Dichloroéthylène (trans-1,2-DCE)	1,53E-06	
Chlorure de Vinyle (CV)	2,34E-06	5,08E-10
Composés Monoaromatiques Volatils (BTEX)		
Benzène	3,02E-04	4,49E-08
Toluène	5,09E-08	
Ethylbenzène	1,13E-05	2,42E-08
Somme Xylènes	8,20E-05	
Hydrocarbures aliphatiques et aromatiques (TPH)		
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6	5,93E-07	
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	1,23E-05	
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	5,20E-04	
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	3,38E-04	
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	2,60E-05	
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7		
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8		
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	4,16E-04	
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	1,43E-04	
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	1,44E-04	
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)		
Naphtalène	2,60E-06	3,07E-10
Somme	2,00E-03	7,01E-08

Caractérisation des risques ENFANTS	QD	ERI
	Extérieur	Extérieur
Composés Organo Halogéné Volatils (COHV)		
Tétrachloroéthylène (PCE)	2,25E-07	6,01E-12
Trichloroéthylène (TCE)	1,35E-07	1,11E-10
cis-1,2-Dichloroéthène (Cis-1,2-DCE)	2,97E-06	
Trans-1,2-Dichloroéthylène (trans-1,2-DCE)	2,30E-06	
Chlorure de Vinyle (CV)	3,51E-06	3,43E-10
Composés Monoaromatiques Volatils (BTEX)		
Benzène	4,54E-04	3,03E-08
Toluène	7,63E-08	
Ethylbenzène	1,70E-05	1,63E-08
Somme Xylènes	1,23E-04	
Hydrocarbures aliphatiques et aromatiques (TPH)		
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6	8,90E-07	
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	1,84E-05	
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	7,79E-04	
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	5,07E-04	
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	3,90E-05	
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7		
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8		
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	6,24E-04	
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	2,15E-04	
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	2,16E-04	
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)		
Naphtalène	3,89E-06	2,07E-10
Somme	3,01E-03	4,73E-08

QD = 2.10^{-3} < 1 **ERI = 7.10^{-8} < 1.10^{-5}** **QD = 3.10^{-3} < 1** **ERI = $4.7.10^{-8}$ < 1.10^{-5}**

Tableau 90 : Estimation du risque en sommant des teneurs des couches de contrôle et de mesure mesurées dans les gaz du sol

On remarque que la somme des QD et des ERI est du même ordre de grandeur qu'avec le prise en compte des résultats uniquement obtenus sur la couche de mesure.

En effet, le chlorure de vinyle, le toluène et les xylènes ne sont pas les composés les plus contributeurs aux risques.

Rappel : Les risques toxiques et cancérigènes sont principalement liés à l'inhalation de vapeurs de benzène, à l'ethylbenzène, aux hydrocarbures aliphatiques C8-C10 et C10-C12 et aux hydrocarbures aromatiques C8-C10 et dans une moindre mesure à la somme des xylènes

De plus, bien que les résultats retenus sur les gaz du sol datent de 2014, on remarque que les niveaux de risque sont bien inférieurs aux limites accepatble (de l'ordre de 300 fois inférieur pour le QD et 140 fois inférieur pour l'ERI). De ce fait et considérant que le massif de déchet est en fin de vie, il est peu probable que les concentrations en polluants volatils aient suffisamment augmenté pour engendrer des niveaux de risque supérieurs aux limites.

27.5.3.3 Toxicité de composés

Valeurs toxicologiques de référence

Les valeurs les plus pertinentes de VTR ont été sélectionnées. Lorsque plusieurs valeurs toxicologiques sont disponibles, ces dernières ont été étudiées et les choix réalisés pour chaque substance sont présentés dans les "fiches de données physico-chimiques et toxicologiques" (en annexe).

L'extrapolation des VTR à partir d'études sur l'homme ou les animaux induit de nombreuses incertitudes. Pour les effets à seuil, le principe même de la dérivation des VTR induit l'utilisation de facteurs d'incertitudes qui atteignent 1000 dans le cas des substances retenues.

Dans l'état actuel des connaissances, l'application de ces VTR implique des estimations majorantes du risque.

D'autre part, nous avons privilégié les VTR issues d'études sur l'homme afin de réduire les incertitudes sur ce paramètre. Nous avons également retenu les VTR proposées par des organismes reconnus pour leur compétence dans ce domaine. Il s'agit notamment de l'ANSES (France), l'USEPA (base de données IRIS) et de l'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) aux Etats Unis, de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) et du RIVM aux Pays bas.

En l'absence de VTR pour une voie d'exposition et/ou pour un certain type d'effet, nous avons choisi de ne pas dériver les valeurs manquantes (notamment pour la voie inhalation) conformément aux recommandations ministérielles.

En cas de difficulté à choisir parmi différentes valeurs toxicologiques de référence, la démarche introduite par la CIRCULAIRE DGS/SD 7B n°2006-234 du 30 mai 2006 prévoyait de retenir celles établies par certains organismes classés par ordre de préférence. La démarche recommandée par la récente NOTE D'INFORMATION N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 prévoit maintenant de privilégier la valeur la plus récente.

Cumul des indices de risques des différentes voies d'exposition et des différents composés

L'ensemble des QD a été sommé. La sommation est justifiée pour les composés cancérigènes car on parle de cancer (en général) quels que soit la cause ou le mécanisme.

Pour les composés non cancérigènes, ce n'est justifié qu'en première approche.

Cependant, dans le cas présent, une approche par substance ne modifierait pas les résultats de l'étude, les risques cumulés étant acceptables.

27.5.3.4 Paramètres d'exposition

Les paragraphes suivants traitent de la stabilité des valeurs choisies pour les paramètres de calcul.

Paramètres physiques caractérisant les récepteurs

Les paramètres utilisés pour caractériser physiquement les récepteurs (durée de vie et d'exposition) sont des valeurs standards, conservatoires et communément admises et utilisées par les groupes de travail et organismes internationaux : USEPA, OMS, INERIS, RIVM.

Fréquences et durée d'exposition

La durée d'exposition a été estimée à 40 ans pour la Cible adulte. Cette hypothèse est réaliste à majorante (la personne habite une grande partie de sa vie au même endroit).

La durée d'exposition de 18 années pour l'enfant est représentative de la tranche d'âge 0 – 18 ans.

Enfin, le temps d'exposition sur les extérieurs a été arbitrairement fixé à 1 heures par jour, ce qui est plutôt majorant, dans la mesure où une personne viendrait tous les jours se promener sur le secteur de la décharge réhabilitée.

27.5.3.5 Paramètres relatifs à la modélisation

Incertitudes liées au modèle utilisé

L'émission de polluants sous forme gazeuse depuis l'air du sol a été estimée avec le modèle de Johnson et Ettinger, qui prend en compte la diffusion et la convection.

Le modèle permet de calculer les concentrations dans l'air à partir d'une source de pollution finie ou infinie.

Dans le cas présent, le modèle prend en compte le cas d'une source de pollution infinie, c'est-à-dire que la concentration en substance dans les sources reste identique en tout temps : la perte par évaporation n'est pas prise en considération.

Cette option n'a pas d'effet majeur sur l'évaluation du risque non cancérigène puisqu'on compare la plus forte concentration (généralement atteinte pour une durée simulée de moins de un an) avec une dose de référence.

En revanche, l'option de source infinie est majorante pour l'évaluation du risque cancérigène, puisque c'est l'exposition cumulée sur plusieurs années qui permet d'évaluer le risque. Or, dans la réalité la concentration devrait diminuer au fil des années.

D'après les remarques citées ci-dessus, l'utilisation du modèle de Johnson et Ettinger constitue une approche majorante, en particulier pour l'évaluation du risque cancérigène.

Caractéristiques des sols

Typologie des sols

D'après les coupes lithologiques des sondages de sols, le massif de déchets est compris dans une matrice sablo-graveleuse et le projet prévoit un confinement de ce massif par la mise en œuvre d'une geomembrane puis d'une couche de matériaux de nature imperméable.

De ce fait, le massif de déchet a été assimilé à des sables (texture de sol qui permet un dégazage maximum) et la couche « imperméable » au-dessus a été assimilée à des limons (Silt dans le modèle de transfert utilisé). Ces hypothèses sont majorante car l'action de la géomenbrane étanche n'est pas modélisée.

Porosité totale

Pour la matrice constitutive du massif de déchets (sables), nous avons retenu la porosité d'un sable d'après les données de terrain. Cette valeur s'avère sécuritaire au regard des données disponibles dans la littérature pour ce type de sol.

Contenu en eau

Les teneurs en matière sèche mesurées sur le site ont été retenues pour caractériser le contenu en eau du massif de déchets. Cette valeur est donc réaliste.

Densité du sol

La valeur utilisée pour les modélisations est la valeur pour des sables à partir des valeurs par défaut de l'EPA. Ce paramètre influence de manière peu significative le risque final.

27.5.3.6 Influence sur les risques estimés

Cette discussion sur les incertitudes a montré que la démarche générale adoptée va dans le sens d'une estimation probable des risques voir d'une surestimation.

En effet, les calculs sont basés sur des hypothèses sécuritaires et des comportements réalistes ou raisonnablement majorants des récepteurs.

L'analyse des incertitudes confirme que le site réhabilité à minima avec un confinement est compatible avec un usage récréatif tel que défini dans les hypothèses retenues.

27.5.4 PRECONISATIONS DE L'EQRS

L'estimation du risque s'est basée sur les résultats disponibles au moment de l'élaboration des calculs (février 2020) avec des teneurs mesurées dans les gaz du sol datant du mois d'aout 2014.

Afin d'actualiser les données, des mesures récentes des gaz du sol au niveau du massif du déchet sont préconisées avec la recherche des composés organiques volatils (HCT TPH, BTEX, COHV, Naphtalène) complété avec le mercure, les HAP totaux et les PCB.

28 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

De juin 1973 à avril 1979, le SIVOM de la Région de Cluses a installé dans la zone industrielle des Valignons, sur les communes de Marnaz et de Thiez, en bordure de la Rivière l'Arve, une station mobile d'incinération dans l'attente de la construction de l'usine de Marignier, qui a vu le jour en 1981-1982.

Le SIVOM de Cluses a reçu un arrêté préfectoral, daté du 3 décembre 2015, prescrivant une étude destinée à déterminer les modalités de la mise en sécurité définitive de l'ancienne décharge des Valignons sur les communes de MARNAZ et THYEZ.

C'est dans cette optique que le SIVOM de Cluses a lancé le marché « Impact sur les milieux et mise en sécurité de l'ancienne décharge des Valignons située sur la commune de Marnaz ». Ce marché a permis la réalisation de sondage de sols et la pose de piézomètre au droit de l'ancienne décharge des Valignons.

Les investigations sur les sols ont été menées en plusieurs phases de diagnostics entre 2014 et 2018. Ces différentes phases ont consisté en la réalisation de fouilles à la pelle mécanique et l'analyses des sols. Ces fouilles ont permis de déterminer la configuration du massif de déchets et de déterminer les impacts présents au sein de ce massif

Deux zones ont été séparée une zone aval à l'ouest et une zone amont à l'est séparées par le pont des chartreux.
Il a été observé en **amont:**

- Une absence d'impact important
- Une présence diffuse en hydrocarbures et HAP due à priori à la mauvaise qualité des remblais

Il a été observé en **aval :**

- Un impact important en hydrocarbures totaux C10-C40 a été constaté
- Un impact plus localisé mais importante en concentration a été observé en dioxine furane
- Un impact diffus en BTEX HAP et COHV observé au droit du site.

De plus ces investigations ont permis d'établir que le massif de déchets occupait un volume de 133 000m^3 avec de nombreuse variations de niveaux sur toutes sa surface.

Des ouvrages piézométriques ont été installé sur le site permettant de réaliser le suivi des eaux souterraines au droit du site. Ces ouvrages ont permis de démontrer la présence d'un impact diffus en hydrocarbures et la présence ponctuelle de PCB et dioxine furanes.
Un point en particulier se démarque il s'agit du piézomètre Pz2 qui présente une phase pure flottante. Cette phase est principalement composée d'hydrocarbures de PCB et de COHV. Il s'agit d'un impact localisé indiquant la présence d'une source de pollution à proximité.

Les différentes campagnes de mesures ont permis de déterminer un sens d'écoulement globalement orienté vers le nord nord-ouest soit vers l'Arve et dans son sens d'écoulement.

Les différentes investigations sur les eaux superficielles de l'Arve et sur les sédiments n'ont pas permis de déterminer un impact pérenne sur ces milieux, des observations ponctuelles sont réalisée mais non inscrite dans le temps.

Les mesures réalisées dans les ouvrages mis en place sur le site ont montrés :

- une absence d'impact sur la zone amont
- la présence sur la zone aval de gaz volatils en COHV et hydrocarbures

De plus les mesures ont montrées que le massif de déchets ménager présent an aval est en phase d'extinction du fait de sa faible production d'H2S et de CO2.

Les analyses ont montré que la **zone amont** ne présentait pas d'impact et ne serait donc pas concerné par une solution de gestion de la pollution.

Concernant la **zone aval** deux solutions sont envisagé :

- Un scénario à minima dit d'encapsulation il s'agirait de réalisation un drainage du massif de déchet de le conforter sur le bord de rivière et de réaliser un recouvrement multicouche afin de l'isoler et permettre un réaménagement. Pour un cout estimé entre 1,4 et 1,8 millions d'euro.
- Un scénario dit de pollution concentré visant à retirer les zones de pollution concentré afin de diminuer la charge en polluant présent dans le massif de déchets et ensuite de réaliser un reprofilage et une encapsulation du massif permettant de l'isoler et faire un réaménagement du site. Pour un cout estimé entre 5,1 et 5,6 million d'euros.

Pour ces deux scénarii un suivi du site via les eaux souterraines et superficielles et les gaz du sol devra être réalisé afin de vérifier l'absence d'impact dans le temps de la décharge sur le milieu.

L'analyse quantitative des risques sanitaire a été réalisée en utilisant l'hypothèse de gestion suggérer la moins sécuritaire soit la simple encapsulation. Cette étude a permis de montrer qu'en considérant un usage récréatif comme prévu actuellement dans les projet d'aménagement communiqué que la simple encapsulation permet un état sanitaire compatible avec l'usage. De plus le recouvrement comme décrit dans les deux méthodes de gestion permet de prendre en compte l'ensemble de la faune et de la flore passant sur le site actuellement.

Toutefois la pérennité de l'encapsulation n'est pas garantie étant donné le caractère particulier de la zone en bord de rivière. De plus la méthodologie des sites et sols pollué met en avant le besoin de curer les zones de pollution concentré comme présenté ici.

Le **scénario dit de pollution concentré** semble devoir être à privilégier afin de permettre de retirer la plus grosse charge de polluant possible et de permettre une encapsulation avec le moins de risque d'impact dans le futur possible. L'encapsulation ne permettant pas à elle seule de garantir une absence d'impact sur les 20 prochaines années. Il s'agit donc d'un **scénario complet permettant à la fois un retrait de polluant mais aussi un re-profilage du massif de déchet associé à une encapsulation limitant un impact résiduel avec les déchets restant en place.** Le cout initial d'excavation semble élevé mais il est à mettre en perspective avec un besoin potentiel de reprise du confinement simple si celui-ci ne s'avérait pas assez efficace pour contenir la charge de polluant présent dans le massif de déchets.

Egalement, au regard des investigations réalisées et des budgets à engager – 1 à 2 et 5 à 6 millions d'euros) selon les scénarios pour traiter et mettre en sécurité le site en secteur aval, il peut être envisagé de réaliser des fouilles complémentaires à l'intérieur du massif de déchets délimité en tant que pollution à traiter selon les seuils de pollution concentré définis dans le cadre de cette étude. Cela permettra vraisemblablement de réduire le volume de déchets à traiter et ainsi réduire l'enveloppe budgétaire de travaux ».

D'autre part, il est recommandé de vérifier à nouveau le dégazage du massif de déchets, compte tenu des anciennes campagnes réalisées intégrées dans l'analyses des risques sanitaires, à savoir aout 2014 pour les polluants hydrocarbures TPH, BTEX, COHV et Novembre 2018 pour les biogaz CH4, CO2, O2 et H2S.

29 LIMITES ET INCERTITUDES DE LA MISSION – JUSTIFICATION DES ECARTS

29.1 INCERTITUDES LIÉES AUX INVESTIGATIONS

La présente étude a été réalisée à partir d'échantillonnages ponctuels sur le milieu sols. Par conséquent, il ne saurait prétendre à l'exhaustivité quant à la représentativité de la qualité de ceux-ci.

29.2 INCERTITUDES LIÉES AUX RÉSULTATS D'ANALYSES

Du fait des techniques de laboratoire, les résultats d'analyses sont soumis à une certaine incertitude. Ces incertitudes sont exprimées en pourcentage et sont présentées sur les bordereaux d'analyses.

29.3 AUTRES LIMITES OU INCERTITUDES

Cette étude a été réalisée suivant une méthode généralement employée dans l'industrie et est conforme aux pratiques en vigueur dans la profession.

Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur les conditions du site telles qu'observées lors de la visite et sur les informations fournies. Les informations obtenues sont supposées être exactes. Cette étude ne peut prétendre à l'exhaustivité.

- Les informations collectées lors des entretiens et des visites du site sont supposées fournies de bonne foi ;
- Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. Une utilisation erronée qui pourrait être faite suite à une diffusion ou reproduction partielle ne saurait engager DEKRA ;
- Des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des travaux, a posteriori de la mission confiée à DEKRA et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances peuvent rendre caduques certaines des recommandations figurant dans le rapport.

29.4 JUSTIFICATION DES ÉCARTS

Non concerné.

ANNEXE 1 : PHOTOGRAPHIES DU SITE

Secteur aval - Poste de relevage

Secteur aval - Zone en friche (partie est)

Secteur aval - Zone en friche (partie centrale)

Secteur aval - Transformateur électrique et emplacements théorique des anciens incinérateurs

Secteur aval - Zone récemment remblayée en partie est du site

Secteur aval - L'Arve au niveau du Pont des Chartreux

Secteur aval – Rive en partie centrale

Secteur aval – Rive en partie sud

Secteur amont - Zone enherbée en partie est

Secteur amont - Zone enherbée en partie centrale

Secteur amont - Zone boisée avec un sentier

Secteur amont - L'Arve en partie centrale

Secteur amont - Zone enherbée en partie ouest

Secteur amont - Terrain de football en parti ouest

ANNEXE 2 : FICHES BASIAS RHA7404579

ANNEXE 3 : COUPES SONDAGES DE SOL – FEVRIER 2014

ANNEXE 4 : BORDEREAUX ANALYTIQUES SOL– FEVRIER 2014

ANNEXE 5 : COUPES SONDAGES DE SOL – AOUT 2014

ANNEXE 6 : BORDEREAUX ANALYTIQUES SOL– AOÛT 2014

ANNEXE 7 : COUPES SONDAGES DE SOL – JANVIER 2018

ANNEXE 8 : BORDEREAUX ANALYTIQUES SOL– JANVIER 2018

ANNEXE 9 : COUPES SONDAGES DE SOL – OCTOBRE 2018

ANNEXE 10 : BORDEREAUX ANALYTIQUES SOL– OCTOBRE 2018

ANNEXE 11 : COUPES TECHNIQUES DES PIEZOMETRES

ANNEXE 12 : TABLEAU RECAPITULATIF DES VALEURS EAUX SOUTERRAINES

ANNEXE 13 : BORDEREAUX ANALYTIQUES EAUX SOUTERRAINES CAPTAGES AEP – JANVIER 2015

ANNEXE 14 : BORDEREAUX ANALYTIQUES EAUX SOUTERRAINES CANALISATIONS ENTERREES – SEPTEMBRE 2015

ANNEXE 15 : FICHES DE PRÉLÈVEMENTS DES EAUX DE RÉSURGENCE PIED DE TALUS – NOVEMBRE 2018

ANNEXE 16 : BORDEREAUX ANALYTIQUES DES EAUX DE RÉSURGENCE PIED DE TALUS – NOVEMBRE 2018

ANNEXE 17 : TABLEAU RECAPITULATIF DES VALEURS EAUX SUPERFICIELLES

ANNEXE 18 : FICHES PRELEVEMENTS DES SEDIMENTS

ANNEXE 19 : BORDEREAUX ANALYTIQUES DES SEDIMENTS

ANNEXE 20 : BORDEREAUX ANALYTIQUES DES GAZ DU SOL

ANNEXE 21 : COUPES TECHNIQUES DES PIEZAIRS – NOVEMBRE 2018