



# Étude de zone du Sud Grenoblois – Etape 3

Interprétation de l'état des milieux

## RAPPORT D'ETUDE

EZSG – ETAPE 3 : IEM - VDEF 30/08/19



## Étude de zone du Sud Grenoblois – Etape 3

### Zone du Sud Grenoblois

Interprétation de l'état des milieux

SPPPY / APORA

### RAPPORT D'ETUDE

VERSION	MODIFICATION	REDACTEUR	RESPONSABLE DE MISSION	SUPERVISEUR	DATE
V1	Version provisoire	J.LECOURT	C.TARCHALSKI	N. DOUCET	24/07/2020
V2	Version définitive	J.LECOURT	C.TARCHALSKI	N. DOUCET	12/02/2021
V3	Version définitive	J.LECOURT	C.TARCHALSKI	N. DOUCET	12/02/2021
	Entité Sites et Sols PolluésEntité Sites et Sols PolluésEntité Sites et Sols Pollués 6 rue de Lorraine – 38130 Echirolles – TEL : +33 (0)4 76 33 41 546 rue de Lorraine – 38130 Echirolles – TEL : +33 (0)4 76 33 41 546 rue de Lorraine – 38130 Echirolles – TEL : +33 (0)4 76 33 41 54				



SITES ET SOLS POLLUÉS NF X 31-620-3  
INGÉNIERIE DES TRAVAUX  
DE REHABILITATION

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

<https://www.lne.fr>

**ARTELIA SAS – Siège social : 16 rue Simone Veil – 93400 Saint Ouen sur Seine**  
Tél. : +33 (0)4 76 33 40 00 - Capital : 4 671 840 Euros - 444 523 526 RCS Bobigny - SIRET 444 523 526 00804- APE 7112B  
N° Identification TVA : FR 40 444 523 526 - [www.arteliagroup.com](http://www.arteliagroup.com)

# SOMMAIRE

<b>LISTE DES ABRÉVIATIONS .....</b>	<b>9</b>
<b>CADRE DE L'ETUDE .....</b>	<b>11</b>
<b>1. METHODOLOGIE DE L'INTERPRÉTATION DE L'ETAT DES MILIEUX (IEM).....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Présentation generale de la méthode de l'IEM.....</b>	<b>12</b>
1.1.1. Cadre méthodologique national.....	12
1.1.2. Déroulement méthodologique.....	12
1.1.3. Objectifs de la partie IEM de l'étude de zone .....	14
<b>1.2. Présentation détaillée de la méthode de l'IEM et adaptation à l'Etude du Sud Grenoblois .....</b>	<b>14</b>
<b>2. IEM POUR LE MILIEU SOL .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1. Milieu SOL : données d'entrée .....</b>	<b>16</b>
2.1.1. Présentation des données disponibles .....	16
2.1.2. Liste des substances d'intérêt .....	17
2.1.3. Sélection des données d'entrée .....	17
<b>2.2. Milieu SOL : sélection des valeurs repères.....</b>	<b>18</b>
2.2.1. Valeurs de bruits de fond disponibles - POP .....	18
2.2.2. Valeurs de bruits de fond disponibles – METAUX .....	19
2.2.2.1. Bruits de fond nationaux .....	19
2.2.2.2. Bruits de fond locaux .....	20
2.2.3. Valeurs de bruits de fond retenues .....	23
2.2.4. Valeurs de gestion réglementaires disponibles.....	25
2.2.5. Valeurs de gestion réglementaires retenues.....	26
<b>2.3. Milieu SOL : comparaison aux valeurs retenues .....</b>	<b>27</b>
2.3.1. Comparaison aux valeurs retenues par substance .....	27
2.3.2. Synthèse de la comparaison aux valeurs retenues.....	33
<b>2.4. Milieu SOL : calcul d'interprétation de l'état des milieux .....</b>	<b>33</b>
2.4.1. Scénarios évalués .....	33
2.4.2. Concentrations retenues pour les calculs .....	34
2.4.3. Paramètres d'exposition retenus .....	34
2.4.4. Relations dose-réponse : valeurs toxicologiques de références.....	35
2.4.4.1. Présentation des VTR disponibles et sélectionnées .....	36

2.4.4.2.	Cas particulier du mercure.....	38
2.4.4.3.	Cas particulier du plomb.....	38
2.4.5.	<b>Grille IEM de calcul des risques sanitaires .....</b>	<b>38</b>
2.4.5.1.	Présentation des résultats des calculs de risques sanitaires.....	38
2.4.5.2.	Interprétation des résultats des calculs de risques sanitaires.....	40
2.4.5.3.	Zoom sur le calcul des risques sanitaires associés aux dioxines et PCB de type dioxines .....	40
2.4.5.4.	Etude des incertitudes.....	44
2.5.	<b>Conclusion pour le milieu SOL .....</b>	<b>50</b>
3.	<b>IEM POUR LE MILIEU VEGETAUX.....</b>	<b>51</b>
3.1.	<b>Milieu VEGETAUX : données d'entrée .....</b>	<b>51</b>
3.1.1.	Présentation des données disponibles .....	51
3.1.2.	Liste des substances d'intérêt .....	51
3.1.3.	Sélection des données d'entrée .....	52
3.2.	<b>Milieu VEGETAUX : sélection des valeurs repères.....</b>	<b>53</b>
3.2.1.	Valeurs de bruits de fond disponibles .....	53
3.2.2.	Valeurs de gestion réglementaires disponibles.....	54
3.2.3.	Valeurs de bruit de fond et de gestion réglementaires retenues .....	54
3.3.	<b>Milieu VEGETAUX : comparaison des valeurs mesurées aux valeurs repères .....</b>	<b>55</b>
3.3.1.	Comparaison aux valeurs repères par substance .....	55
3.3.2.	Synthèse de la comparaison des valeurs mesurées aux valeurs repères .....	59
3.4.	<b>Milieu VEGETAUX : calcul d'interprétation de l'état des milieux ..</b>	<b>59</b>
3.4.1.	Scénarios évalués .....	59
3.4.2.	Concentrations retenues pour les calculs .....	59
3.4.3.	Paramètres d'exposition retenus .....	60
3.4.4.	Relations dose-réponse : valeurs toxicologiques de références.....	60
3.4.5.	<b>Grille IEM de calcul des risques sanitaires .....</b>	<b>60</b>
3.4.5.1.	Présentation des résultats des calculs de risques sanitaires.....	60
3.4.5.2.	Interprétation des résultats des calculs de risques sanitaires.....	62
3.5.	<b>Conclusion pour le milieu VEGETAUX .....</b>	<b>63</b>
4.	<b>IEM POUR LE MILIEU AIR AMBIANT EXTERIEUR .....</b>	<b>64</b>
4.1.	<b>Milieu AIR AMBIANT EXTERIEUR : données d'entrée.....</b>	<b>64</b>
4.1.1.	Présentation des données disponibles .....	64
4.1.2.	Liste des substances d'intérêt .....	66

4.1.3.	Sélection des données d'entrée .....	68
<b>4.2.</b>	<b>Milieu AIR : sélection des valeurs repères .....</b>	<b>69</b>
4.2.1.	Valeurs de bruits de fond disponibles et sélection .....	69
4.2.2.	Valeurs de gestion réglementaires disponibles et sélection .....	70
4.2.3.	Valeurs de bruit de fond et de gestion réglementaires retenues .....	72
<b>4.3.</b>	<b>Milieu AIR : comparaison des valeurs mesurées aux valeurs repères .....</b>	<b>73</b>
4.3.1.	Comparaison aux valeurs repères par substance - CAS DES POUSSIÈRES ET DES OXYDES .....	73
4.3.2.	Comparaison aux valeurs repères – AUTRES SUBSTANCES (que les poussières et oxydes d'azote) .....	76
4.3.3.	Synthèse de la comparaison des valeurs mesurées aux valeurs repères .....	78
<b>4.4.</b>	<b>Milieu AIR AMBIANT EXTERIEUR : calcul d'interprétation de l'état des milieux.....</b>	<b>79</b>
4.4.1.	Scénarios évalués .....	79
4.4.2.	Concentrations retenues pour les calculs .....	79
4.4.3.	Paramètres d'exposition retenus .....	79
4.4.4.	Relations dose-réponse : valeurs toxicologiques de références.....	80
4.4.4.1.	VTR : cas des dioxines .....	81
4.4.4.2.	VTR : cas du chrome .....	82
4.4.4.3.	VTR : cas des COHV .....	82
4.4.5.	Grille IEM de calcul des risques sanitaires .....	82
4.4.5.1.	Présentation des résultats des calculs de risques sanitaires .....	82
4.4.5.2.	Interprétation des résultats des calculs de risques sanitaires.....	85
4.4.5.3.	Etude des incertitudes.....	85
<b>4.5.</b>	<b>Conclusion pour le milieu AIR AMBIANT EXTERIEUR .....</b>	<b>89</b>
<b>5.</b>	<b>IEM POUR LE MILIEU AIR AMBIANT INTERIEUR (GAZ DU SOL) .....</b>	<b>90</b>
<b>5.1.</b>	<b>Milieu AIR AMBIANT INTERIEUR : données d'entrée .....</b>	<b>90</b>
5.1.1.	Présentation des données disponibles .....	90
5.1.2.	Liste des substances d'intérêt .....	90
5.1.3.	Sélection des données d'entrée .....	91
<b>5.2.</b>	<b>Milieu GAZ du SOL : une méthodologie spécifique .....</b>	<b>91</b>
<b>5.3.</b>	<b>Milieu GAZ du SOL : sélection des valeurs repères .....</b>	<b>93</b>
5.3.1.	Valeurs de bruits de fond disponibles .....	93
5.3.2.	Valeurs de gestion réglementaires ou « valeur d'analyse de la situation » .....	93

5.3.3.	Valeurs de gestion réglementaires retenues.....	94
5.4.	<b>Milieu GAZ du SOL : comparaison des valeurs mesurées aux valeurs repères .....</b>	<b>95</b>
5.4.1.	Estimation de la concentration dans l'air intérieur à partir des gaz du sol .....	95
5.4.2.	Comparaison aux valeurs repères par substance .....	95
5.5.	<b>Conclusion pour le milieu GAZ du SOL / AIR AMBIANT INTERIEUR</b>	<b>98</b>
6.	<b>SYNTHÈSE DE L' IEM .....</b>	<b>99</b>
6.1.	<b>Synthèse de l'état des milieux.....</b>	<b>99</b>
6.1.1.	Synthèse par milieux .....	99
6.1.2.	Evaluation de la dégradation des milieux .....	101
6.1.3.	Evaluation de la comptabilité des milieux avec les usages .....	102
6.2.	<b>Emetteurs potentiels.....</b>	<b>105</b>
6.2.1.	Dioxines .....	105
6.2.2.	PCB-dl, PCB-ndl.....	107
6.2.3.	Métaux : Hg.....	107
6.2.4.	COHV : 1,2-dichloroéthane .....	108
6.2.5.	Acétaldéhyde .....	110
6.2.6.	Poussières (PM10, PM2,5) et oxydes d'azote.....	112
6.3.	<b>Bilan .....</b>	<b>113</b>
6.3.1.	<b>Polluants organiques persistants (POP).....</b>	<b>113</b>
6.3.1.1.	Rappel .....	113
6.3.1.2.	Actions simples .....	114
6.3.1.3.	Poursuite de la réflexion au niveau du COPIL .....	115
6.3.2.	Poussières / oxydes d'azote .....	116
6.3.3.	COV .....	116
6.3.4.	Métaux.....	116
7.	<b>CONDITIONS DE VALIDITÉ ET ÉVALUATION DES INCERTITUDES.....</b>	<b>117</b>
7.1.	<b>CONDITIONS DE VALIDITÉ DES RÉSULTATS.....</b>	<b>117</b>
7.2.	<b>ÉVALUATION DES INCERTITUDES .....</b>	<b>117</b>
8.	<b>CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>118</b>
	<b>ANNEXES.....</b>	<b>120</b>

## TABLEAUX

Tableau 1 – Liste des guides méthodologiques d’interprétation de l’état des milieux .....	12
Tableau 2 – Milieu SOL : données disponibles .....	16
Tableau 3 – Milieu SOL : Liste des substances d’intérêt .....	17
Tableau 4 – Milieu SOL : données utilisées .....	17
Tableau 5 – Milieu SOL : sélection du bruit de fond pour chaque substance .....	24
Tableau 6 – Milieu SOL : Valeurs cibles (<40 ng/kg) et contraignantes (>40 ng/kg) fixant l’utilisation des sols en Allemagne vis-à-vis des dioxines.....	25
Tableau 7 – Milieu SOL : Valeurs cibles et contraignantes fixant l’utilisation des sols en Suisse vis-à-vis des dioxines .....	25
Tableau 8 – Matrice SOL : sélection des valeurs pour chaque substance.....	27
Tableau 9 – Milieu SOL : comparaison aux valeurs repères par substance .....	28
Tableau 10 – Milieu SOL – Métaux : données statistiques .....	31
Tableau 11 – Milieu SOL – Métaux : dépassement du BDF .....	32
Tableau 12 – Milieu SOL : paramétrage de la grille IEM.....	35
Tableau 13 – Milieu SOL : VTR disponibles et sélectionnées .....	37
Tableau 14 – Milieu SOL : grille IEM – Teneurs maximales .....	39
Tableau 15 – Milieu SOL : grille IEM – Teneur moyenne .....	39
Tableau 16 – Milieu SOL, subst. DIOXINES : comparaison des données 2006-2019 .....	44
Tableau 17 – Milieu SOL : grille IEM – Incertitudes relatives au comportement des récepteurs (dioxines, PCB-dl) .....	45
Tableau 18 – Milieu SOL : grille IEM – Incertitudes relatives au comportement des récepteurs .....	46
Tableau 19 – Milieu SOL : substance Hg, synthèse des données .....	48
Tableau 20 – Milieu SOL : grille IEM – Teneur en mercure : percentile 95 des données transmises par la FRAPNA (hors ARKEMA) .....	48
Tableau 21 – Milieu VEGETAUX : données disponibles.....	51
Tableau 22 – Milieu VEGETAUX : Liste des substances d’intérêt .....	52
Tableau 23 – Milieu VEGETAUX : données utilisées.....	52
Tableau 24 – Milieu VEGETAUX : Synthèse des valeurs de bruits de fonds et de gestion réglementaires : disponibles et retenues.....	55
Tableau 25 – Milieu VEGETAUX : comparaison aux valeurs repères par substances .....	56
Tableau 26 – Milieu VEGETAUX : VTR disponibles et sélectionnées .....	60
Tableau 27 – Milieu VEGETAUX : grille IEM.....	61
Tableau 28 –milieu AIR AMBIANT EXTERIEUR : Données disponibles .....	65
Tableau 29 – Milieu AIR AMBIANT EXTERIEUR : Liste des substances d’intérêt .....	67
Tableau 30 – Milieu AIR EXTERIEUR : Hiérarchisation des valeurs réglementaires.....	70
Tableau 31 – Milieu AIR EXTERIEUR : Synthèse des valeurs de bruits de fonds et de gestion réglementaires : disponibles et retenues.....	72
Tableau 32 – Milieu AIR EXTERIEUR, poussières et oxydes : comparaison aux valeurs repères 1 (objectifs de qualité en France).....	74
Tableau 33 – Milieu AIR EXTERIEUR, poussières et oxydes : comparaison aux valeurs limites en France (pour substances avec dépassement dans le tableau ci-dessus) .....	74
Tableau 34 – Milieu AIR EXTERIEUR : comparaison aux valeurs repères .....	76
Tableau 35 – Milieu AIR EXTERIEUR : VTR disponibles et sélectionnées .....	80
Tableau 36 – Milieu AIR AMBIANT EXTERIEUR : grille IEM – Teneurs maximales.....	83
Tableau 37 – Milieu AIR EXTERIEUR : grille IEM – Teneurs moyennes .....	84
Tableau 38 – Milieu AIR EXTERIEUR – Extrait de l’EQRS réalisée en 2008 par l’INVS/CIRE – teneurs mesurées en 1,2-dichloroéthane (en µg/m <sup>3</sup> ) .....	85
Tableau 39 – Milieu AIR EXTERIEUR – teneurs mesurées en 1,2-dichloroéthane (en µg/m <sup>3</sup> ) par ATMO AURA .....	86

Tableau 40 – Milieu AIR EXTERIEUR : grille IEM – Evaluation des incertitudes pour le 1,2-dichloroéthane.....	87
Tableau 41 – Milieu AIR AMBIANT EXTERIEUR : grille IEM – Evaluation des incertitudes pour le acétaldéhyde .....	88
Tableau 42 – Milieu GAZ du SOL : Liste des substances d’intérêt .....	90
Tableau 43 – Milieu GAZ du SOL : données utilisées .....	91
Tableau 44 – Milieu AIR INTERIEUR : grille d’interprétation .....	92
Tableau 45 – Milieu AIR INTERIEUR : Synthèse des valeurs de bruits de fond et de gestion réglementaires retenues.....	94
Tableau 46 – Milieu AIR INTERIEUR : comparaison aux valeurs repères .....	96
Tableau 47-Synthèse de la compatibilité des milieux avec les usages .....	100
Tableau 48 – Milieu SOL : Concentrations en dioxines à l’intérieur de la plateforme du Pont-de-Claix, étude 2009 (extrait rapport de l’étape 1 de l’étude de zone) .....	106
Tableau 49 – Milieu AIR EXTERIEUR : Dioxines, retombées atmosphériques.....	106
Tableau 50 – Milieu AIR EXTERIEUR – Mercure : sources d’émission quantifiées (issu du rapport de l’étape 1 de l’étude de zone).....	107
Tableau 51 – Extrait de l’EQRS réalisée en 2008 par l’INVS/CIRE – teneurs mesurées en 1,2-dichloroéthane (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) .....	109
Tableau 52 – Milieu AIR EXTERIEUR – teneurs mesurées en 1,2 dichloroéthane (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) par ATMO AURA .....	109
Tableau 53 – Milieu AIR EXTERIEUR – 1,2-dichloroéthane : saisonnalité des teneurs .....	110
Tableau 54 – Milieu AIR EXTERIEUR – Acétaldéhyde : sources d’émission quantifiées.....	111
Tableau 55 – Milieu AIR EXTERIEUR – Acétaldéhyde : évolution des teneurs (données ATMO AURA).....	111
Tableau 56 – Interprétation de la comparaison aux valeurs de bruit de fond et de gestion .....	129
Tableau 57 – Formules de calcul de l’exposition .....	131
Tableau 58 – Formules de calcul des risques sanitaires .....	132
Tableau 59 – Interprétation des résultats de l’IEM dans le cadre d’une étude de zone.....	132

## FIGURES

Figure 1 - Schéma méthodologique de l’IEM dans les études de zone .....	13
Figure 2 – Anomalies géochimiques à l’échelle du bassin grenoblois (extrait si Infoterre) .....	20
Figure 3 – Milieu SOL : zoom (extrait de la carte 1b située en annexe du rapport) .....	42
Figure 4 – Milieu SOL : zoom (extrait de la carte 1b située en annexe du rapport) .....	42
Figure 5 – Milieu AIR EXTERIEUR – Mercure : répartition des émissions de mercure (issu du rapport de l’étape 1 de l’étude de zone).....	108
Figure 6 - Schéma conceptuel à l’issue de l’étape 1 (source : étude de zone du Sud Grenoblois - étape 1, 2014).....	124

## ANNEXES

Annexe 1 – Présentation détaillée de la méthode de l’IEM et adaptation à l’étude du Sud grenoblois
Annexe 2 – Tableau de synthèse des substances d’intérêt
Annexe 3 – Cartes GISSOL : Cuivre, Zinc
Annexe 4 – Figures de synthèse des teneurs en $\text{NO}_2$ et $\text{PM}_{10}$ dans le milieu AIR EXTERIEUR – Extrait rapport 2015-2016 ATMO AURA
Annexe 5 – Figures de synthèse des teneurs dans les milieux
Annexe 6 – Données milieu SOL
Annexe 7 – Données milieu VEGETAUX
Annexe 8 – Données milieu AIR EXTERIEUR
Annexe 9 – Données milieu GAZ du SOL

## LISTE DES ABREVIATIONS

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AFB	Agence Française de la Biodiversité
Afssa	Agence française de sécurité sanitaire des aliments
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
APORA	Association des entreprises de Rhône-Alpes pour l'Environnement Industriel
ASPITET	Apports d'une Stratification Pédologique à l'Interprétation des Teneurs en Eléments Traces
BDAT	Base de Données des Analyses de Terres
BDF	Bruit de Fond
DGS	Direction générale de la santé
BRGM	Bureau de Recherche Géologique Minière
BTEX	Benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes
COHV	Composés organo-halogénés volatils
COV	Composés organiques volatils
DREAL	Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
Etudes de l'Alimentation Totale (EAT	
ERI	Excès de risque individuel
FNE	France Nature Environnement
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HCL	Chlorure d'hydrogène
HCSP	Haut conseil de la santé publique
HESP	Hautes études en santé public
ICPE	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
IEM	Interprétation de l'Etat des Milieux
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
INRA	l'Institut National de la Recherche Agronomique
INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
INVS	Institut de veille sanitaire
IRD	Institut de Recherche pour le Développement

ITEQ	International Toxic Equivalent - système d'équivalence toxique
Métaux	– Antimoine (Sb), Cuivre (Cu), Mercure (Hg), Zinc (Zn), Vanadium (V), Plomb (Pb), Titan (Ti), Manganèse (Mn), Nickel (Ni), Arsenic (As), Chrome (Cr), Cobalt (Co)
NO	oxyde d'azote
NQE	Norme de qualité environnementale
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OMS	Organisme mondial de la santé
OQAI	Observatoire de la qualité de l'air intérieur
PCE	perchloroéthylène
PCB	polychlorobiphényles
PDB-dl	polychlorobiphényles dioxine-like
PCB-i	polychlorobiphényles indicateurs
PCB-ndl	polychlorobiphényles non-dioxine-like
PM	Particulate matter (particules en suspension)
POP	polluants organiques persistants
QD	Quotient de danger
RMQS	Réseau de Mesures de la Qualité des Sols
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
SPPPY	Secrétariat Permanent pour la Prévention des Pollutions et des Risques dans la région Grenobloise
SSP	sites et sols pollués
VR	Valeur de gestion réglementaire
VTR	Valeur toxicologique de référence

## CADRE DE L'ETUDE

Lancée en 2012 sous l'égide du Secrétariat Permanent pour la Prévention des Pollutions et des Risques dans la région Grenobloise (SPPPY), cette étude vise à interpréter l'état des milieux (démarche IEM) au regard des usages avérés des milieux sur la zone du Sud-Grenoblois en lien avec l'impact cumulé des émissions de l'ensemble des activités (industrielles, agricoles, urbaines) et de proposer des modalités de suivi et/ou de gestion adaptées.

La zone d'étude se situe à quelques kilomètres au sud de la commune de Grenoble dans le département de l'Isère. Il s'agit d'une zone à la fois urbaine et semi-rurale, au sein de laquelle sont implantées notamment deux importantes plateformes industrielles : celle du Pont-de-Claix et celle de Jarrie. Une partie de cette zone est concernée par un trafic routier relativement important. Compte-tenu de son caractère semi-rural, la zone subit également l'influence des émissions liées aux différents modes de chauffage (bois, fuel, etc.), ainsi que de celles de quelques petites exploitations agricoles.

L'étude de la zone du Sud-Grenoblois porte sur un périmètre d'environ 200 kilomètres carrés (km<sup>2</sup>), comportant 18 communes. Cette étude est basée sur la démarche d'interprétation de l'état des milieux (IEM) décrite dans le document de l'INERIS intitulé "Guide pour la conduite d'une étude de zone" (2011).

Trois étapes de cette étude globale ont d'ores et déjà été réalisées, à savoir :

- Etape 1 : établissement d'un état des lieux à partir des données existantes et interprétation de ces données en vue d'établir le schéma conceptuel d'exposition – incluant un bilan des substances émises sur la zone, l'évaluation des données environnementales, une sélection des substances d'intérêt et une modélisation de la dispersion atmosphérique des substances d'intérêt dans l'air ;
- Etape 2 : réalisation du diagnostic de l'état des milieux par des campagnes de mesures complémentaires dans l'environnement, pour compléter la connaissance de l'état des milieux dressé lors de l'étape 1 ;
- Etape 3 : interprétation de l'état des milieux, au regard des usages avérés des milieux, et proposition de modalités de suivi et/ou de gestion adaptées.

L'étape 1, achevée en 2014 a permis de définir un programme de mesures complémentaires à mettre en œuvre dans les milieux d'exposition.

L'étape 2 portant sur la réalisation de diagnostics complémentaires a été divisée en deux parties :

- Mesures du milieu air extérieur réalisées par la société ATMO AuRA – résultats diffusés en juillet 2019 ;
- Mesures de l'air des sols (gaz du sol), des sols et des végétaux (évaluation des impacts des retombées atmosphériques) réalisées par ARTELIA – résultats présentés lors d'une réunion publique tenue en juin 2019 et dans un rapport d'étude.

L'étape 3, objet du présent rapport, porte sur l'interprétation de l'état des milieux (IEM) au regard des usages avérés des milieux incluant des propositions de modalités de suivi et/ou de mesures de gestion

La méthodologie d'ARTELIA est conforme à la norme AFNOR NF X31-620 spécifique aux « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués ». D'après cette norme, la présente prestation d'études correspond à la codification Interprétation de l'état des milieux (IEM).

Par ailleurs, ARTELIA a réalisé cette étude selon les orientations préconisées par :

- le « Guide pour la conduite d'une étude de zone » réalisé en 2011 sous l'égide de l'INERIS.
- la note ministérielle du 19 avril 2017 accompagnée de deux documents : une introduction à la méthodologie destinée à tous publics et la méthodologie de gestion elle-même.

# 1. METHODOLOGIE DE L'INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX (IEM)

## 1.1. PRESENTATION GENERALE DE LA METHODE DE L'IEM

### 1.1.1. Cadre méthodologique national

L'interprétation de l'état des milieux (IEM) est présentement réalisée selon les guides méthodologiques suivants :

DATE PUBLICATION	INTITULE DU GUIDE	AUTEUR	REFERENCE
avril 2007, mis à jour en 2017	Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués	Ministère en charge de l'environnement	-
2011	Guide pour la conduite d'une étude de zone - Impact des activités humaines sur les milieux et la santé	INERIS	DRC - 11 - 115717-01555B
août 2013	Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations classées	INERIS	-

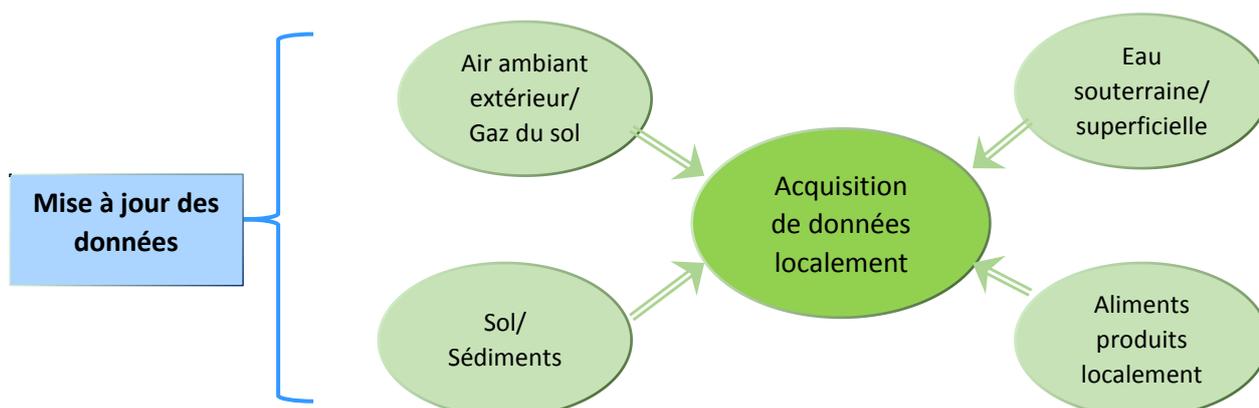
Tableau 1 – Liste des guides méthodologiques d'interprétation de l'état des milieux

L'analyse de l'état de l'environnement s'appuie sur les méthodologies et outils de l'Interprétation de l'État des Milieux (IEM), initialement développés pour l'évaluation et la gestion des sites et sols pollués en 2007. Ils sont appliqués aux études de zone avec quelques adaptations liées au contexte, aux données et aux objectifs comme décrit dans le guide de 2011. La conduite d'une IEM d'étude de zone est mise en perspective dans le guide de 2013 qui s'intéresse spécifiquement aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE).

### 1.1.2. Déroulement méthodologique

L'évaluation de l'état des milieux se base sur des mesures réalisées localement de l'ensemble des milieux d'exposition, ou à défaut, sur les concentrations modélisées.

Acquises dans différents cadres (auto-surveillance industrielle, campagnes réglementaires, etc.), ces données doivent être mises à jour.



Ensuite, la mise en œuvre de l’IEM est réalisée afin de s’assurer de la compatibilité sanitaire de l’état des milieux avec les usages actuellement constatés sur le secteur d’étude et ainsi de différencier les situations qui permettent une libre jouissance des milieux de celles qui sont susceptibles de poser un problème d’ordre sanitaire.

Cette mise en œuvre est méthodologiquement établie selon le logigramme présenté ci-dessous qui s’articule comme décrit ci-dessous :

- ⇒ Etape 0 : identification des substances d’intérêt pour chaque milieu ;
- ⇒ Etape 1 : évaluation de la dégradation des milieux, en comparant aux l’état des milieux « naturels » représentatifs de la zone d’investigation ;
- ⇒ Etape 2 : comparaison aux valeurs de gestion réglementaires / objectifs de qualité des milieux en vigueur ;
- ⇒ Etape 3 : Pour les substances et les milieux qui dépassent les valeurs du milieu naturel et réglementaires, ou qui n’ont pu être comparés aux milieux naturels ou aux valeurs de gestion réglementaires, usage de la grille de calculs et des critères d’interprétation du guide sur l’interprétation des milieux ;
- ⇒ Etape 4 : mise à jour du schéma conceptuel d’exposition

Le logigramme ci-dessous adapte la méthodologie de l’IEM dans le cadre des études de zone.

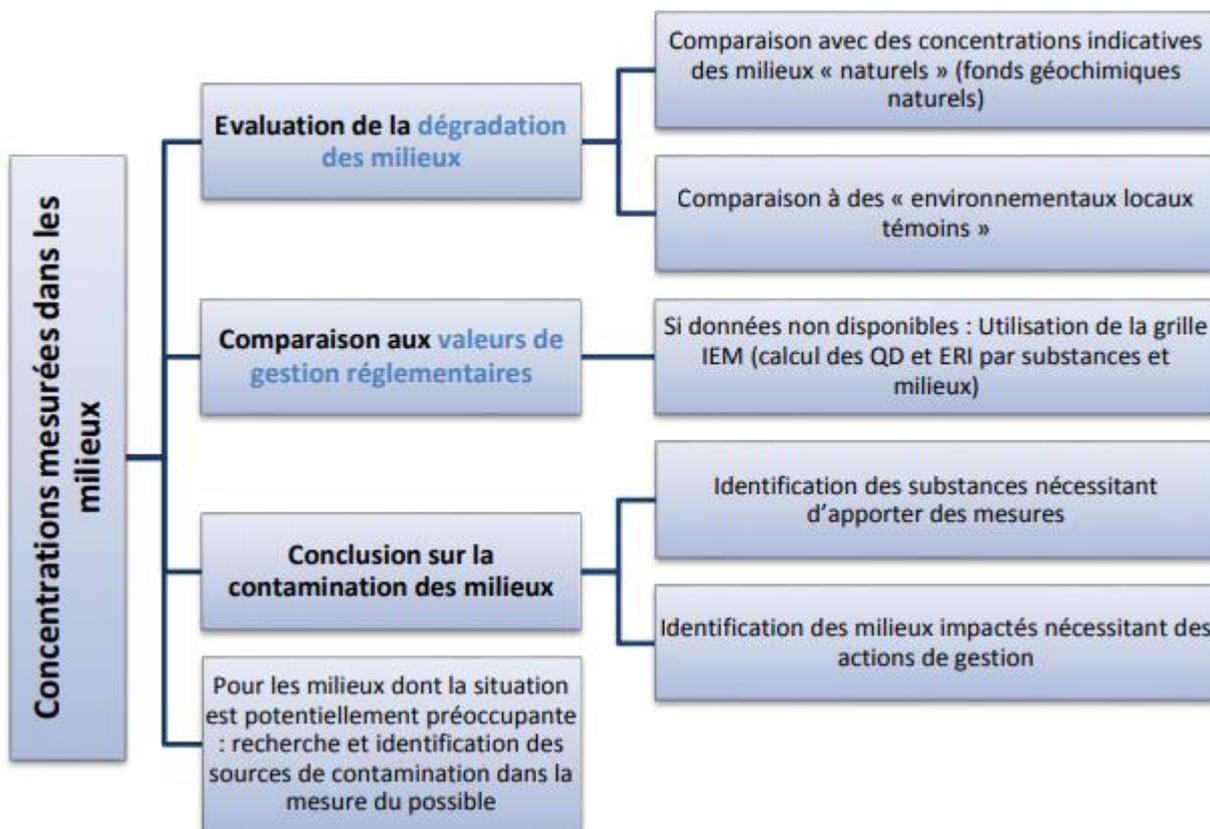


Figure 1 - Schéma méthodologique de l’IEM dans les études de zone

### 1.1.3. Objectifs de la partie IEM de l'étude de zone

L'IEM dans le cadre d'une étude de zone doit permettre d'identifier :

- ⇒ parmi les **substances émises**, celles qui sont présentes dans les milieux :
  - à des concentrations **proches de celles du bruit de fond local**, et dont les émissions ne nécessitent pas d'être réduites ;
  - à des concentrations **supérieures** au bruit de fond ou à l'environnement local témoin **sans dépasser les valeurs réglementaires** (ou guide), et dont les émissions doivent être surveillées sans forcément être réduites à court terme ;
  - à des concentrations **supérieures aux valeurs réglementaires**, pour lesquelles des mesures immédiates de réduction des émissions doivent être étudiées ;
- ⇒ parmi les **milieu impactés**, ceux qui (comme à l'issue d'une IEM pour les sols pollués) :
  - **ne nécessitent aucune action particulière**, c'est-à-dire permettant une libre jouissance des usages constatés sans exposer les populations à des risques excessifs ;
  - **peuvent faire l'objet d'actions simples** de gestion pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et les usages constatés ;
  - nécessitent la mise en place d'un **plan de gestion complexe**.

Pour les situations préoccupantes, où les concentrations sont supérieures aux valeurs réglementaires, et pour lesquelles des mesures immédiates de réduction des émissions doivent être étudiées, il est mené une hiérarchisation (autant que possible) des sources potentielles à l'origine de cette situation (part du bruit de fond local, émetteurs identifiés (sources canalisées ou diffuses), pollutions historiques).

Les conclusions de cette étape doivent permettre de décider des suites à donner à l'étude :

- ⇒ recommandations pour le contrôle et/ou la réduction des émissions pour certaines substances ;
- ⇒ étude complémentaire sur les usages potentiellement incompatibles ;
- ⇒ caractérisation des expositions et des risques sur les substances, milieux et enjeux pertinents ;
- ⇒ recommandations sur les substances et milieux à inclure dans les plans de surveillance dans la zone.

## 1.2. PRESENTATION DETAILLEE DE LA METHODE DE L'IEM ET ADAPTATION A L'ETUDE DU SUD GRENOBLOIS

La présentation détaillée de la méthodologie de l'IEM et de son adaptation à l'étude du présent cas de la zone d'étude du Sud Grenoblois figurent en annexe du présent rapport.

Les voies d'exposition sélectionnées et donc les milieux étudiés dans le cadre de cette étude sont ceux définis suite à l'étape 1 de l'étude de zone du Sud Grenoblois, établi par ANTEAGROUP en juillet 2014, référence 69744/A, à savoir :

- Milieu sol, auquel les populations sont exposées via la voie ingestion involontaire de sol, notamment les enfants du fait de leur comportement main-bouche plus marqué, et les adultes jardinant ;
- Milieu végétaux autoproduits, auquel les populations sont exposées via la voie ingestion ;
- Milieu gaz du sol, auquel les populations sont exposées via la voie inhalation de composés volatiles dans l'air intérieur de leur habitation ;
- Milieu air ambiant extérieur, auquel les populations sont exposées via la voie inhalation des composés présents sous formes gazeuses et des particules.

Lors de l'étape 1, il était spécifié que la qualité des eaux souterraines alimentant les réseaux d'AEP est sous surveillance sanitaire étroite et assurée à partir de ressources de bonne qualité. Ce milieu n'a pas été évalué dans le

cadre de la présente phase de l'étude. Notons par ailleurs que les nappes situées en rive droite du Drac présentent une qualité chimique dégradée du fait des activités industrielles, et par suite, tout usage pour la consommation est proscrit.

Les populations concernées et étudiées sont constituées de l'ensemble des habitants de la zone d'étude. Il a en particulier été systématiquement évalué les risques sanitaires de deux types de population, les plus sensibles :

- Enfants âgés de 0 à 6 ans, résidents de logements avec jardin ;
- Adultes les plus exposés, à savoir les résidents sédentaires possédant un potager.

## 2. IEM POUR LE MILIEU SOL

### 2.1. MILIEU SOL : DONNEES D'ENTREE

#### 2.1.1. Présentation des données disponibles

Pour le milieu SOL, les données considérées dans le cadre de la présente étape 3 de l'étude de zone sont listées ci-dessous. Les données acquises au cours des étapes 1 et 2 ont été mises à jour avec les données transmises par les industriels, à savoir celles d'EXTRACTHIVE (startup implantée fin 2017 sur la plate-forme du Pont-de-Claix).

Matrice : SOL

Commanditaire	Date	Localisation	Nature des données	Paramètres analysés	Données de phase 1 de l'EZ ?
ALLOUARD	2012	Champagnier	Diagnostic de l'état du milieu sol : Site de la confluence du Drac et de la Gresse à Champagnier	Métaux : Pb, Zn, As, Cr, Cu COHV : PCE, TCE Hydrocarbures : HAP, HCT POP : PCB indicateurs	Oui
ARKEMA	1996 à 2011	Jarrie	Analyse du mercure dans les sols, suivi biannuel	Métaux : Hg	Oui
CEZUS	2006 à 2011	Jarrie	campagnes de surveillance des dioxines/furanes/métaux	Métaux : Mn, Hg, Ni, Pb, Cd, Co, Sb, Zn, As, Cr, Cu, V, Tl POP : Dioxines-furanes	Oui
SITA REKEM	2006 à 2012	Pont-de-Claix	campagnes de surveillance des dioxines et métaux	Métaux : Hg, Ni, Pb, Cd, Zn, As, Cr, Cu POP : Dioxines-furanes	Oui
FRAPNA	-	-	synthèse des données issues de la surveillance du mercure dans les sols	Métaux : Hg	Oui
Plateforme Le-Pont-de-Claix	2009	Pont-de-Claix	Campagne de mesures des teneurs en dioxines dans les sols en 2009, au sein de la plate-forme Pont-de-Claix et dans ses alentours	POP : Dioxines-furanes	Oui
PAPETERIE	2009 à 2011	Pont-de-Claix	campagnes de surveillance	Métaux : Hg, Ni, Pb, Cd, Zn, As, Cr, Cu Hydrocarbures : indice HC Autres : indice phénol	Oui
EXTRACTHIVE	05/12/18	Pont-de-Claix	Diagnostic environnemental du milieu souterrain, GINGER BURGEAP du 15 mars 2019 Réf. : CESICE182930 / RESICE09070-01	Métaux : Hg, Ni, Pb, Cd, Zn, As, Cr, Cu, Al Hydrocarbures : BTEX, naphthalène Chlorobenzènes volatils COHV POP : PCBi, Pesticides organo-azotés Autres : Na, P, alcools, Phénols et Crésols, etc	Non
SPPPY/APORA	juillet-19	Sud Grenoblois	Etude de phase 2 de l'EZ : Diagnostic de l'état des milieux – investigations complémentaires	Métaux : Sb, Hg, Ni, Pb, Cd, Zn, As, Cr, Cr VI, Cu, V Hydrocarbures : HAP POP : Dioxines, PCB dl, PCBi	Non

Tableau 2 – Milieu SOL : données disponibles

## 2.1.2. Liste des substances d'intérêt

Les substances considérées d'intérêt au cours de chacune des étapes de l'étude de zone sont listées en annexe, ainsi que leur sélection opérée selon le processus précédemment exposé.

Pour le milieu sol, les familles des métaux et des polluants organiques persistants (POP) sont retenues comme substances d'intérêt. Ainsi, toutes les substances d'intérêt retenues lors de l'étape 1 de l'étude de zone sont étudiées dans le cadre de la présente étape 3 d'IEM, complétées de l'antimoine et du vanadium pour lesquels des investigations complémentaires avaient été recommandées en étape 1 et validées par le Comité de Pilotage au démarrage de l'étape 2.

**cellules colorées : données disponibles avec teneurs quantifiées**

1 : Rapport de Phase 1, ANTEA, 2014 - Ch.4 : Sélection des substances à intérêt

2 : Rapport de Phase 1, ANTEA, 2014 - Ch.5 : Propositions des investigations complémentaires

3 : CCTP pour la phase 2, BG, 2017 : Avis BG sur les inv compl

4 : CCTP pour la phase 2, BG, 2017 : Avis Comité de Pilotage sur les inv compl

5 : Rapport de Phase 2, ARTELIA, 2018 - Paramètres recherchés

6 : Rapport de Phase 3, ARTELIA 2020 - Liste des substances pertinentes pour qualifier l'état des milieux et quantifier le risque

Famille	Substance	Matrice					
		Sol					
		1	2	3	4	5	6
Métaux et métalloïdes	Antimoine		v	O	A	R	E
	Cuivre	X		O	A	R	E
	Mercure	X	v	O	A	R	E
	Plomb	X		O	A	R	E
	Vanadium		v	O	A	R	E
	Zinc	X		O	A	R	E
POP	Dioxines/furanes	X	v	O	A	R	E
	PCB Dioxine-like		v	O	A	R	E
	PCB	X	v	O		R	E

Tableau 3 – Milieu SOL : Liste des substances d'intérêt

## 2.1.3. Sélection des données d'entrée

Pour rendre compte de la qualité du milieu SOL du de la zone d'étude du Sud Grenoblois, les données disponibles dans les documents suivants pour chaque substance d'intérêt ont été utilisées :

**Matrice : SOL**

Commanditaire	Date	Localisation	Nature des données	Paramètres analysés
SPPPY/ APORA	juillet-19	Sud Grenoblois	Etude de phase 2 de l'EZ : Diagnostic de l'état des milieux – investigations complémentaires	Métaux : Sb, Hg, Ni, Pb, Cd, Zn, As, Cr, Cr VI, Cu, V Hydrocarbures : HAP POP : Dioxines, PCB dl, PCBi

Tableau 4 – Milieu SOL : données utilisées

Les données agrégées sont présentées en annexe.

Les autres données disponibles concernent les activités des sites industriels, dont la gestion ne relève pas de la présente démarche centrée sur les populations et l'environnement, mais qui est cadrée par les arrêtés préfectoraux d'autorisation des activités et ajustée lors du suivi par la DREAL.

Au demeurant, les sols alentours de certains sites industriels sont surveillés et les données transmises seront utilisées dans la partie suivante de la présente étude : la recherche des contributions respectives des sources à la contamination des milieux.

## 2.2. MILIEU SOL : SELECTION DES VALEURS REPERES

### 2.2.1. Valeurs de bruits de fond disponibles - POP

Pour chaque substance d'intérêt, les données de bruits de fonds identifiées lors de l'étape 1 ont été mises à jour et complétées au besoin (cas des PCB dioxine-like, non évoqués en étape 1).

#### Dioxines :

- 1) Réalisé en 2013 par le BRGM, le 3<sup>e</sup> état des lieux des dioxines dans les sols français (1998-2012) met à jour les données de bruit de fond de l'étape 1 qui s'appuyait sur le 2<sup>nd</sup> état des lieux (342 analyses). Il a permis de traiter statistiquement 1181 données, qui proviennent d'études variées, réparties sur l'ensemble du territoire, et d'environnements distincts (rural, urbain, industriel).
- 2) En parallèle, en 2014, le BRGM a établi le « Bruit de fond dans les sols en dioxines, PCBs et métaux lourds dans les départements du Rhône (69), de l'Isère (38) et d'une partie de l'Ain (01) » (réf. BRGM/RP -61683-FR). Les sols de surface (0-5 cm) ont été prélevés, en zone agricole, sur 101 mailles établies selon un maillage régulier. Pour chaque maille ainsi constituée, un échantillon de sol a été constitué puis analysé. Ainsi, un total de 101 échantillons a été analysé.
- 3) L'étude du BRGM en Rhône, Isère et Ain, est consécutive à celle de 2010, effectuée dans la Loire par l'INERIS. Les sols de surface (0-5 cm) ont été prélevés, en zone agricole, sur l'ensemble du département de la Loire. Pour chaque maille établie selon un maillage régulier, un échantillon de sol a été constitué puis analysé. Un total de 52 échantillons a été analysé.

L'ensemble des données disponibles ont été assemblées et interprétées par le BRGM. L'étude nationale est particulièrement complète avec un total de 1181 données, contre 101 et 52 pour les études réalisées localement dans l'Ain/Isère/Rhône et la Loire, respectivement. Les résultats sont relativement proches, quand on compare la médiane établie au niveau national en 2013 intégrant toutes les données de sols ruraux et des sols urbains (2 ng ITEQ/kg), et les percentiles 90 établis dans l'Ain/Isère/Rhône (1,66 ng ITEQ/kg) et dans la Loire (2,44 ng ITEQ/kg). Conformément à la méthodologie de l'étude de zone, la valeur la plus locale a été retenue : 1,66 ng ITEQ/kg.

Notons que la sélection de n'importe laquelle de ces 3 valeurs conduit la présente étude aux mêmes conclusions.

#### PCB dioxine-like (PCB-dl):

Lors de l'étape 1 de l'étude de zone, aucune donnée n'a été recensée pour les PCB-dl et aucune recherche de teneur de bruit de fond n'a été effectuée. Les PCB-dl sont en effet peu étudiés dans les sols, au contraire des matrices alimentaires. Le rapport d'étude national du BRGM (3e état des lieux, 2013) « n'inclut pas la contribution des PCB-dl, faute de données ».

Les deux études de 2014 et 2010, respectivement dans l'Ain/Isère/Rhône et la Loire ont analysés les PCB-dl, pour lesquels les percentiles s'établissent à 1,36 et 0,82 ng ITEQ/kg respectivement. Conformément à la méthodologie de l'étude de zone, la valeur la plus locale a été retenue : 1,36 ng ITEQ/kg.

Rappelons que les PCB étant d'origine anthropique et non pas naturelle, la teneur retenue constitue un bruit de fond de sols anthropisés.

### PCB indicateurs (PCBi) :

L'étape 1 de l'étude de zone s'appuie sur les bruits de fond en PCB dans les sols établis dans l'étude de l'INERIS réalisée dans le département de la Loire en 2010, précédemment citée, ainsi que sur une étude INERIS de 2012, qu'ARTELIA n'a pas retrouvée. L'étude INERIS de 2010 établit le percentile 90 des 52 données disponibles à 0,0037 mg/kg, tandis que l'étude de 2014 dans l'Ain/Isère/Rhône l'établit à 0,0019 mg/kg.

A titre comparatif, la teneur ubiquitaire mentionnée par l'INERIS dans la fiche toxicologique des PCB, mise à jour en juin 2012 est inférieure à 0,003 mg/kg.

La teneur de 0,0019 mg/kg a été retenue et un bruit de fond de sols anthropisés.

## **2.2.2. Valeurs de bruits de fond disponibles – METAUX**

### **2.2.2.1. Bruits de fond nationaux**

Au niveau national, le programme « Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Eléments Traces » a été développé par l'INRA dans le but de fournir des références sur les teneurs totales en éléments traces métalliques mesurées dans divers sols français de zones rurales. Trois catégories ont été établies pour rendre compte des teneurs associées aux sols ordinaires, aux sols à anomalie modérée et aux sols à anomalie forte.

Notons toutefois, que les roches basiques du massif de Belledonne renferment des filons contenant de nombreux métaux, comme le mercure, l'antimoine, le plomb dans les amphibiolites. Localement, le fond géochimique peut être plus élevé que les valeurs nationales acquises dans le cadre du programme ASPITET de l'INRA, comme rapporté par le BRGM, qui a croisé divers sources de données :

- la carte de géologie de surface développée par le BRGM ;
- des données de qualité des sols agricoles et forestiers pour huit métaux (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) du programme RMQS de l'INRA ; et,
- de données d'anomalies géochimiques du BRGM.

Le territoire national a ainsi été scindé en trois zones :

 Zone d'anomalie géochimique	Zones pour lesquelles un ou plusieurs métaux présentent naturellement des teneurs élevées
 Zone d'anomalie géochimique spécifique	Zones pour lesquelles un ou plusieurs métaux présentent naturellement des teneurs élevées et pour lesquelles les teneurs peuvent varier de manière très importante sur de petites distances (quelques centaines de mètres),
 Zone hors anomalie	Zones hors anomalies ne présentant pas les teneurs les plus élevées pour les 8 métaux.

Comme illustré ci-dessous, la zone d'étude du Sud Grenoblois est concernée par les zones à teneurs naturelles élevées en métaux et parfois pour lesquels les teneurs peuvent varier de manière très importante sur de petites distances.

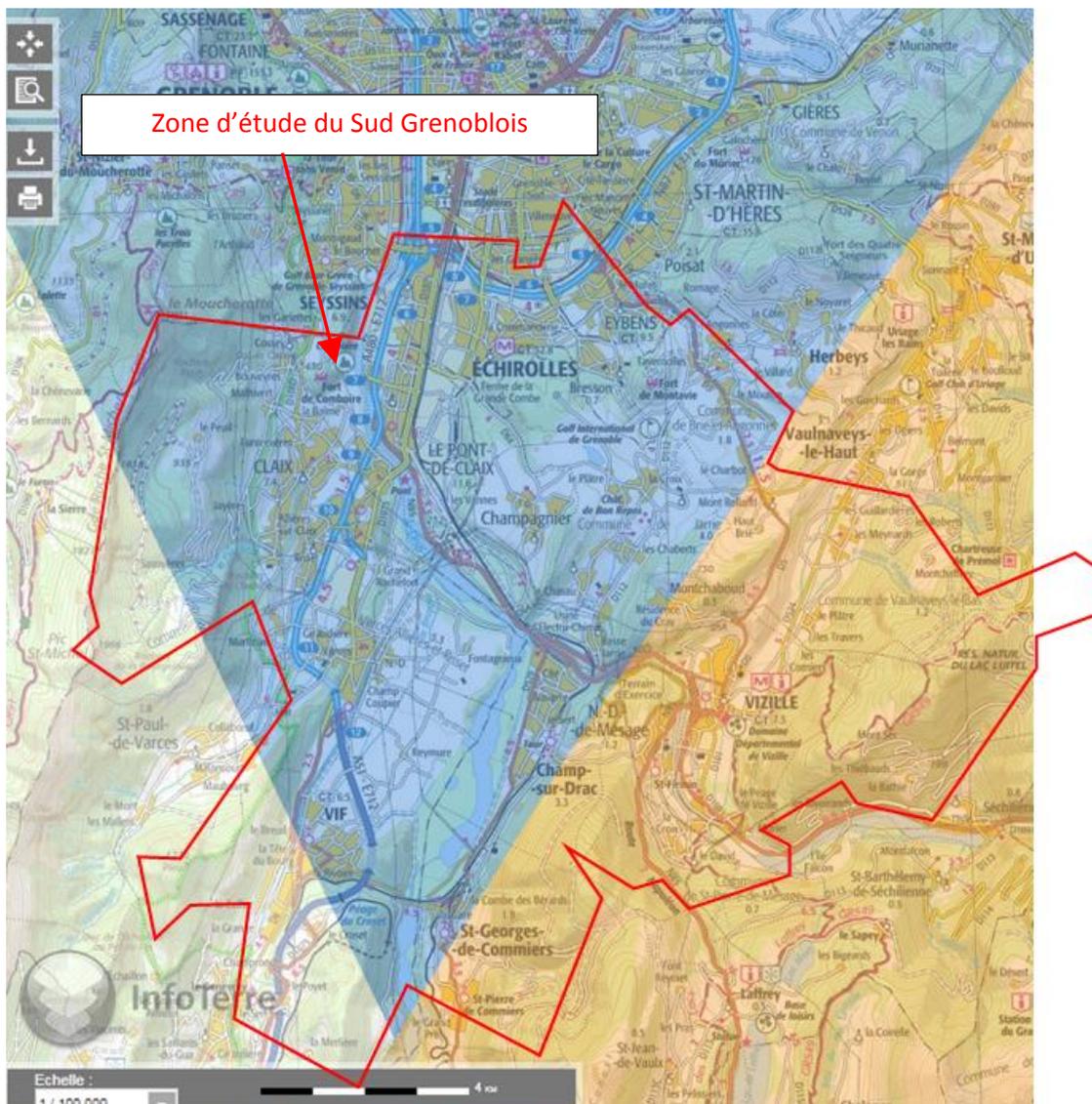


Figure 2 – Anomalies géochimiques à l'échelle du bassin grenoblois (extrait si Infoterre)

Aussi, il convient présentement de décliner le bruit de fond naturel de référence au niveau local.

#### 2.2.2.2. Bruits de fond locaux

Les sols de la zone du Sud Grenoblois sont influencés par le massif cristallin de Belledonne, potentiellement pourvoyeur de métaux -contrairement aux massifs calcaires tels que le Vercors bordant l'autre versant de la zone d'étude- et pouvant conduire à un fond géochimique élevé en certains métaux.

ARTELIA a mené une recherche de bruits de fonds à l'échelle locale auprès :

- du BRGM, disposant d'un service géologique national et considéré au niveau national comme un établissement public de référence dans les sciences de la Terre ;
- de la DREAL, direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement.

Le rapport du BRGM d'avril 2006, « d'identification des zones à risques de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du Bassin Rhône – Méditerranée et Corse – Rapport de Phase 3 » (réf. BRGM/RP-54663-FR) évoque pour le massif de Belledonne un fond géochimique en arsenic et antimoine spécifique, ainsi qu'en nickel, et pouvant être complété par le mercure, l'antimoine, le plomb présents dans les amphibolites du massif cristallin.

Le rapport du BRGM d'octobre 2014 « Bruit de fond dans les sols en dioxines, PCBs et métaux lourds dans les départements du Rhône (69), de l'Isère (38) et d'une partie de l'Ain (01) » (réf. BRGM/RP -61683-FR) établit des statistiques, communes aux 3 départements ne permettant pas de prendre en compte la particularité du bassin grenoblois, dont le fond géochimique naturel est influencé par le massif de Belledonne.

ARTELIA s'est orientée vers la base de données du Groupement d'intérêt scientifique Sol (Gis Sol), créé en 2001 pour constituer l'inventaire géographique des sols, le suivi de leurs propriétés et l'évolution de leurs qualités, et qui gère le système d'information sur les sols.

Le Gis Sol regroupe le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, le ministère de la Transition écologique et solidaire, l'Institut National de la Recherche Agronomique (Inra), l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) et l'Agence Française de la Biodiversité (AFB).

Le Gis Sol coordonne de grands programmes de relevé de données de terrain, notamment :

- Le programme Base de Données des Analyses de Terres (BDAT) : Environ 250 000 analyses de terres sont réalisées chaque année en France. Elles sont majoritairement demandées par les agriculteurs pour gérer au mieux la fertilisation. Les données sont agrégées par canton.

Le fond pédo-géochimique naturel et local étant ciblé présentement, les données n'ont pas été exploitées dans le cadre de la présente étude.

- Le programme Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS) : il repose sur le suivi de 2240 sites répartis uniformément sur le territoire français (métropole et outre-mer), selon une maille carrée de 16 km de côté. Des prélèvements d'échantillons de sols, des mesures et des observations sont effectués tous les quinze ans au centre de chaque maille. La première campagne de prélèvement en métropole (RMQS1) s'est déroulée de 2000 à 2009 et la seconde campagne en cours depuis 2016, prévue pour se terminer en 2027.

Les données sont réparties en 4 catégories :

- 1 : Successions culturales
- 2 : Surfaces toujours en herbe
- 3 : Surfaces boisées
- 4 : Vergers et cultures pérennes arbustives

Les catégories 2 et 3 sont considérées comme rendant compte du bruit de fond naturel, au contraire des catégories 1 et 4, relatives à des sols cultivés.

A partir de ces bases de données, le Gis Sol a établi des cartes de répartition des teneurs en métaux des horizons de surface (0-30 cm) des sols en France.

Parmi les substances d'intérêt, les données sont disponibles pour le cuivre, le plomb et le zinc, mais pas pour l'antimoine, le mercure ni le vanadium :

- Cuivre : 50-100 mg/kg (contre 20-62 mg/kg pour les sols avec anomalies naturelles modérées selon le programme ASPITET de l'INRA) ;
- Plomb : 100-200 mg/kg (contre 50-90 mg/kg pour les sols avec anomalies naturelles modérées selon le programme ASPITET de l'INRA) ;

- Zinc : 150-300 mg/kg (contre 100-250 mg/kg pour les sols avec anomalies naturelles modérées selon le programme ASPITET de l'INRA).

La carte établie pour le plomb est présentée ci-dessous et les autres cartes en annexe.

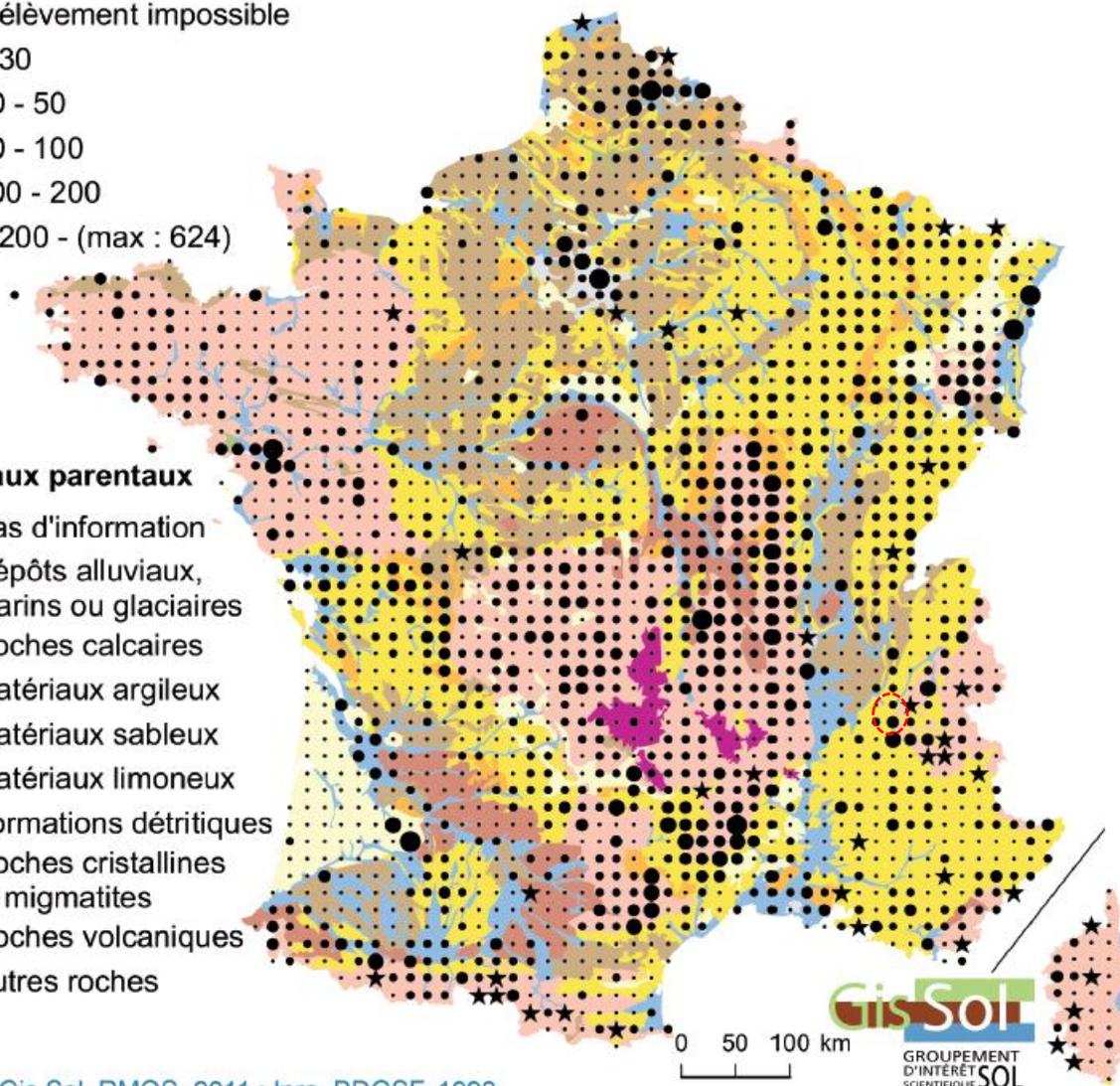
Teneurs en plomb total des horizons de surface (0-30 cm) des sols en France.

### Teneur en plomb total en mg.kg<sup>-1</sup>

- ★ prélèvement impossible
- < 30
- 30 - 50
- 50 - 100
- 100 - 200
- > 200 - (max : 624)

### Matériaux parentaux

- Pas d'information
- Dépôts alluviaux, marins ou glaciaires
- Roches calcaires
- Matériaux argileux
- Matériaux sableux
- Matériaux limoneux
- Formations détritiques
- Roches cristallines et migmatites
- Roches volcaniques
- Autres roches



Source : Gis Sol, RMQS, 2011 ; Inra, BDGSF, 1998.

Aussi, afin de diminuer le poids des éventuelles contributions anthropiques aux bruits de fond du Gis Sol, il a été retenu la borne inférieure des intervalles de valeurs transmises pas le Gis Sol, soit :

- Bruit de fond en cuivre : 50 mg/kg ;
- Bruit de fond en plomb : 100 mg/kg ;
- Bruit de fond en zinc : 150 mg/kg.

Le mercure ne dispose pas de données cartographiées par le Gis Sol. Les prélèvements réalisés par la FRAPNA sur certaines communes du périmètre de l'étude de zone sont disponibles, mais difficilement exploitables, en l'absence de renseignement sur les protocoles de prélèvement et d'analyse. Aussi, les données statistiques nationales de l'ASPITET ont été traitées et il a été retenu la borne inférieure de l'intervalle de valeurs couramment observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées :

- Bruit de fond en mercure : 0,15 mg/kg.

Pour l'antimoine et le vanadium, aucune valeur de bruit de fond local n'a pu être établie. Une analyse statistique des données disponibles sera utilisée pour discuter de la dégradation des sols pour ces substances.

### **2.2.3. Valeurs de bruits de fond retenues**

Les bruits de fond retenus sont synthétisés dans le tableau ci-après.

**Matrice SOL**

Substance	Source	Valeurs de BDF	Teneur de bruit de fond retenue
Dioxines/furannes	"Dioxines/furannes dans les sols français : second état des lieux - analyses 1998-2007", BRGM, mars 2008 (réf. BRGM/RP-56132-FR)	Médiane : 2,2 ng ITEQ/kg Percentile 90 : 20,5 ng ITEQ/kg	1,66 ng/kg MS (BRGM, 2014)
	"Dioxines/furannes dans les sols français : troisième état des lieux - analyses 1998-2012", BRGM, déc. 2013 (réf. BRGM/RP-63111-FR)	- < 2 ng/kg MS, intégrant toutes les données de sols ruraux et des sols urbains ; - 2 - 8 ng/kg MS, intégrant des données de sols urbains et des sols sous influence industrielle ; - 8 - 17 ng/kg MS, intégrant des données de sols sous influence industrielle ; - > 17 ng/kg MS, intégrant des données de sols sous influence industrielle, dont spécifiquement les sols de l'ancienne parcelle agricole sous influence industrielle.	
	"Cartographie croisée de la qualité des milieux et des activités industrielles dans le département de la Loire", BRGM, 26/11/2010 (réf. DRC-10-109816-10161A)	Percentile 90 : Ain/Isère/Rhône : 1,66 ng ITEQ/kg Loire : 2,44 ng ITEQ/kg	
PCB-dl	"Bruit de fond dans les sols en dioxines, furanes, PCBs et métaux lourds dans les	Percentile 90 : Ain/Isère/Rhône : 1,36 ng ITEQ/kg Loire : 0,82 ng ITEQ/kg	1,36 ng ITEQ/kg (percentile 90, BRGM, 2014)
PCB i	"Bruit de fond dans les sols en dioxines, furanes, PCBs et métaux lourds dans les	Percentile 90 : Ain/Isère/Rhône : 0,0019 mg/kg Loire : 0,0037 mg/kg	0,0019 mg/kg (percentile 90, BRGM, 2014)
	Fiche toxicologiques, INERIS, 28/06/2012 (réf. DRC-11-118962-11081A)	Concentration ubiquitaire : < 0,003 mg/kg	
Métal : Sb, V	-	-	-
Métal : Hg	Programme INRA-ASPITET	pour chaque métal sont disponibles : - valeur min/max de l'intervalle de valeurs des sols ordinaires - valeur min/max de l'intervalle de valeurs des sols à anomalie modérée - valeur min/max de l'intervalle de valeurs des sols à anomalie forte	Programme ASPITET : borne inférieure de l'intervalle de valeurs des sols à anomalie modérée Hg : 0,15 mg/kg
Métaux : Cu, Pb, Zn	Programme INRA-ASPITET	cf. ci-dessus	Programme RMQS : borne inférieure de l'intervalle de valeurs des sols à anomalie modérée Cu : 50 mg/kg Pb : 100 mg/kg Zn : 150 mg/kg
	Programme RMQS	Suivi de 2240 sites répartis uniformément sur le territoire français (métropole et outre-mer), selon une maille carrée de 16 km de côté Présentation sous forme graphique	

Tableau 5 – Milieu SOL : sélection du bruit de fond pour chaque substance

## 2.2.4. Valeurs de gestion réglementaires disponibles

Pour chaque substance d'intérêt, les valeurs réglementaires identifiées lors de l'étape 1 ont été mises à jour et complétées au besoin (cas des PCB dioxine-like, non évoqués lors de l'étape 1).

### DIOXINES :

- 1) En France, il n'existe pas de valeur réglementaire fixant des seuils de teneurs en dioxines à respecter dans les sols. Des valeurs d'actions et des valeurs cibles existent en Allemagne et en Suisse.
- 2) En Allemagne, la valeur cible a été fixée à 5 ng I-TEQ/kg MS. Des valeurs dans l'intervalle de 5-40 déclenchent des recommandations d'action telles qu'un contrôle qualité des produits alimentaires, voire d'exclusions de certaines utilisations (culture de fruits et légumes poussant près du sol, élevage à terre). Ces valeurs concernent les terres agricoles et horticoles, qui englobent les potagers (définition OCDE). La valeur indicative de 40 ng I-TEQ/kg MS est présentement retenue pour les potagers, en l'absence d'autres valeurs disponibles. Elle permet d'apprécier le risque sanitaire pour les populations disposant d'un potager et exposé à l'ingestion de végétaux autoproduits, potentiellement contaminés.

Les autres usages des sols (aire de jeux, écoles, résidentiels, etc.) exposent également les populations, cette fois via la voie ingestion involontaire de sol et inhalation de particules de sol. Pour prendre en compte le risque associé, des teneurs entre 100 et 10000 ng I-TEQ/kg MS sont fixées comme valeurs réglementaires contraignantes en Allemagne, c'est-à-dire devant être impérativement respectées. Elles sont présentées succinctement dans le tableau ci-dessous.

	PCDD/F ng I-TEQ/kg MS
Valeur cible	5
Valeurs justifiant un contrôle des produits alimentaires issus des cultures	5 à 40
Restriction des cultures	> à 40
Espaces pour enfants	> 100
Résidentiel	> 1000
Indépendamment de toute localisation	> 10000

Tableau 6 – Milieu SOL : Valeurs cibles (<40 ng/kg) et contraignantes (>40 ng/kg) fixant l'utilisation des sols en Allemagne vis-à-vis des dioxines

- 3) En Suisse, un système mixte de valeurs cibles et contraignantes est également en vigueur, comme détaillé ci-dessous.

Valeurs	PCDD/F en ng I-TEQ/kg MS pour les sols 0-15 % matière organique et en ng/dm <sup>3</sup> pour les sols > 15 %	Profondeur prélèvement (cm)
<b>Valeur indicative</b>	5	0-20
<b>Seuils d'investigation</b>		
Risque par ingestion	20	0-5
Cultures alimentaires	20	0-20
Cultures fourragères	20	0-20
<b>Valeurs d'assainissement</b>		
Places de jeux	100	0-5
Jardins privés et familiaux	100	0-20
Agriculture et horticulture	1000	0-20

Tableau 7 – Milieu SOL : Valeurs cibles et contraignantes fixant l'utilisation des sols en Suisse vis-à-vis des dioxines

Selon l'ordonnance suisse du 1<sup>er</sup> juillet 1998, en cas de dépassement du seuil d'investigation : les cantons examinent si la santé de l'homme, des animaux ou des plantes peut être menacée. Si tel est le cas, les cantons arrêtent les restrictions d'utilisation nécessaires à l'élimination du risque.

- 4) En France, l'Afssa a également proposé en 1999 une grille indicative d'usage des sols en fonction de leur niveau de contamination en dioxines.

Plus récemment, l'Afssa a émis en 2009 un avis indiquant que les valeurs de contamination tolérables dans les sols pour éviter un risque de non-conformité de la viande et/ou du lait issus des animaux ayant pâture dans une zone "sinistrée" sont comprises entre 4 et 20 ng/kg ITEQ OMS de sol sec selon les différentes catégories d'animaux étudiées. Sur la base de ces estimations, la valeur limite de 5 ng/kg ITEQ OMS de sol sec peut être considérée comme une valeur d'alerte nécessitant la mise en œuvre de mesures complémentaires. Cette évaluation spécifique réalisée dans le cadre d'un sinistre ne peut être généralisée à des sites soumis à une pollution atmosphérique toujours active.

Afin d'assurer à la présente étude toute la robustesse requise, il convient d'appliquer de manière stricte le Guide pour la conduite d'une étude de zone établi par l'INERIS en 2011. Les valeurs réglementaires issues d'autres pays européens ne sont pas citées par le guide. Par suite, il a été décidé en COPIL du 16 septembre 2020 de ne retenir aucune des valeurs présentées ci-dessus.

Toutefois, ces valeurs, bien que non réglementaires pour la France, sont utilisables en tant que valeurs de référence. A titre indicatif, elles sont utilisées dans le paragraphe 2.4.5.2 pour mettre en perspective les résultats des calculs des risques sanitaires.

#### PCB dioxine-like (PCB-dl):

En France, il n'existe pas de valeur réglementaire fixant des seuils de teneurs en PCB dioxine-like à respecter dans les sols, et à titre indicatif, ni en Allemagne et ni en Suisse.

#### PCB indicateurs (PCBi) :

En France, il n'existe pas de valeur réglementaire fixant des seuils de teneurs en PCB indicateurs à respecter dans les sols ; et à titre indicatif ni en Allemagne et ni en Suisse.

#### METAUX :

- 1) En France, il n'existe pas de valeur réglementaire nationale fixant des seuils de teneurs en métaux à respecter dans les sols, celles-ci variant d'une région à l'autre en fonction du fond pédo-géochimique.
- 2) Cas du Plomb : dans son instruction N° DGS/EA1/EA2/EA3/EA4/2016/283 du 21 septembre 2016 relative au dispositif de lutte contre le saturnisme infantile et de réduction des expositions au plomb, le Ministère des affaires sociales et de la santé transmet la recommandation du le Haut conseil de la santé publique (HCSP) suivante :

« une analyse approfondie du risque doit être conduite en tout état de cause pour les espaces collectifs habituellement fréquentés par des enfants, lorsque les valeurs moyennes de sols sont supérieures à 100 mg/kg. »

Cette valeur est retenue uniquement pour les sols des aires de jeux et des écoles.

### **2.2.5. Valeurs de gestion réglementaires retenues**

Les valeurs retenues sont synthétisées dans le tableau ci-après.

## Matrice SOL

Substance	Source	Valeurs de référence disponibles	Valeurs retenues
Dioxines/ furannes	Valeurs cibles, Allemagne	en ng I-TEQ/kg MS Valeur cible sols : 5 Valeur justifiant un contrôle alimentaire : 40 Restriction des cultures : > 40	Aucune valeur retenue (absence de valeur réglementaire française)
	Valeurs d'action, Allemagne	en ng I-TEQ/kg MS Zone récréatives pour enfants : 100 Zones résidentielles : 1000 Parcs, zones de loisirs : 1000 Zones industrielles/commerciales : 10 000	
	Valeur indicative, Suisse	5 ng I-TEQ/kg MS	
	Seuils d'investigation, Suisse	Risque par ingestion, cultures alimentaires et fourragères : 20 ng I-TEQ/kg MS	
	Objectifs de dépollution, Suisse	Places de jeux : 100 ng I-TEQ/kg MS Jardins privés et familiaux : 100 ng I-TEQ/kg MS	
PCB-dl		-	
PCB i		-	
Métaux - Sb, Cu, Hg, Zn, V		-	
Métal - Pb	instruction N° DGS/EA1/EA2/EA3/EA4/2016/283 du 21 septembre 2016 relative au dispositif de lutte contre le saturnisme infantile et de réduction des expositions au plomb, le Ministère des affaires sociales	Recommandation : 100 mg/kg de sols pour les espaces collectifs habituellement fréquentés par des enfants	100 mg/kg pour les aires de jeux / écoles  (HCSP, 2016)

Tableau 8 – Matrice SOL : sélection des valeurs pour chaque substance

## 2.3. MILIEU SOL : COMPARAISON AUX VALEURS RETENUES

### 2.3.1. Comparaison aux valeurs retenues par substance

La comparaison des résultats des analyses de sols est présentée dans le tableau page suivante et son interprétation à la suite du tableau.

RESULTATS D'ANALYSES SOLS - Résultats exprimés en mg/kg (sauf spécification contraire)										VALEURS REPERES				INTERPRETATION des DONNEES						
TYPE DE ZONE	TENEURS STATISTIQUES des DONNES de TERRAIN									BRUIT DE FOND		VALEUR REGLEMENTAIRE		COMPARAISON AUX VALEURS SELECTIONNEES				Classement par comparaison aux BdF et VR : en rouge : usage des grilles IEM requis en orange : plan de gestion simple en vert : aucune action particulière		
																				VILLES
																				SITE
																				Nom échantillon
Echantillon (à droite)	Nbre analyses	MIN.	MAX.	MED.	MOY.	PERC. 90	ECART TYPE	Valeur retenue	Source	Valeur retenue	Source	BDF - JARDINS PRIVES	BDF - AIRES DE JEUX / ECOLES	VR - JARDINS PRIVES	VR - AIRES DE JEUX/ECOLES	JARDINS PRIVES	AIRES DE JEUX PUBLIQUES/ECOLES			
Substances (en-dessous)																				
<b>POP (Polluants organiques persistants)</b>																				
Dioxines/Furannes , hors contribution PCB-dl ng/kg MS (TEQ OMS 1998)	14	11	1310	69	242	690	377	1,66	BRGM, 2013	-	-	> BDF : JARRIE, CHAMP s/D, PDC Pas de données pour : CLAIX, ECHIROLLES, EYBENS, VIZILLE	> BDF : PDC Pas de données pour : ECHIROLLES	Pas de VR		Dégradation du milieu ? OUI Dépassement de la VR ? Pas de VR Dépassement des VR ? OUI => grille IEM		Dégradation du milieu ? OUI Dépassement des VR ? Pas de VR => grille IEM		
PCB dioxine-like (PCB dl) ng/kg MS (TE-PCB-OMS 1998)	14	2,4	274	51	65	143	75	1,36	Percentile 90 dans l'Ain/Isère/Rhône, BRGM, 2014	-	-	> BDF : JARRIE, CHAMP s/D, PDC Pas de données pour : CLAIX, ECHIROLLES, EYBENS, VIZILLE	> BDF : PDC Pas de données pour : ECHIROLLES	Pas de VR		Dégradation du milieu ? OUI Dépassement de la VR ? Pas de VR => grille IEM		Dégradation du milieu ? OUI Dépassement des VR ? Pas de VR => grille IEM		
PCB indicateurs (PCBi) mg/kg MS	16	0,01	1,5	0,1	0,2	0,5	0,4	0,0019		-	-	> BDF : JARRIE, CHAMP s/D, PDC Pas de données pour : CLAIX, ECHIROLLES, EYBENS, VIZILLE	> BDF : PDC Pas de données pour : ECHIROLLES	Pas de VR		Dégradation du milieu ? OUI Dépassement de la VR ? Pas de VR => grille IEM		Dégradation du milieu ? OUI Dépassement des VR ? Pas de VR => grille IEM		
<b>METAUX (sur brut) en mg/kg</b>																				
Sb	16	0,5	1,1	0,5	0,6	1,0	0,2	-	-	-	-	Pas de BDF		Pas de VR		Dégradation du milieu ? pas de BdF Dépassement des VR ? Pas de VR Min.=Méd. = 0,5 x Max. => Aucune action particulière à mettre en place				
Cu	20	25	230	47	63	91	46	50	GIS SOL, valeur basse intervalle 50-100 mg/kg	-	-	> BDF : ECHIROLLES, EYBENS, JARRIE, CHAMP s/D, PDC, VIZILLE < BDF : CLAIX	Jeux/Ecoles < BDF : ECHIROLLES, PDC	Pas de VR		Dégradation du milieu ? OUI Dépassement des VR ? pas de VR => grille IEM		Dégradation du milieu ? NON Dépassement des VR ? Pas de VR => Aucune action particulière à mettre en place		
Hg	21	0,05	0,49	0,14	0,2	0,25	0,10	0,15	INRA ASPITET, valeur basse intervalle 0,15-2,3 mg/kg	-	-	> BDF : ECHIROLLES, EYBENS, JARRIE, CHAMP s/D, PDC, VIZILLE < BDF : CLAIX	> BDF : ECHIROLLES < BDF : PDC	Pas de VR		Dégradation du milieu ? OUI Dépassement des VR ? pas de VR => grille IEM		Dégradation du milieu ? OUI Dépassement des VR ? pas de VR => grille IEM		
Pb	20	14	130	49	58	120	35	100	GIS SOL, valeur basse intervalle 100-200 mg/kg	100	HCSP, 2016 pour aires de jeux/écoles	> BDF : CLAIX, JARRIE, CHAMP s/D, < BDF : ECHIROLLES, EYBENS, PDC, VIZILLE	Jeux/Ecoles < BDF : ECHIROLLES, PDC	Pas de VR		Jeux/Ecoles < VR : ECHIROLLES, PDC	Dégradation du milieu ? OUI Dépassement des VR ? Pas de VR => grille IEM		Dégradation du milieu ? NON Dépassement des VR ? NON => Aucune action particulière à mettre en place	
V	10	14	78	32	32	41	18	-	-	-	-	Pas de BDF		Pas de VR		Dégradation du milieu ? pas de BdF Dépassement des VR ? Pas de VR Min.=0,5xMéd. = 0,5 x Max. => Aucune action particulière à mettre en place				
Zn	20	33	460	145	181	306	114	150	GIS SOL, valeur basse intervalle 150-300 mg/kg	-	-	> BDF : ECHIROLLES, EYBENS, JARRIE, CHAMP s/D, PDC, VIZILLE < BDF : CLAIX	Jeux/Ecoles < BDF : ECHIROLLES, PDC	Pas de VR		Dégradation du milieu ? OUI Dépassement des VR ? Pas de VR => grille IEM		Dégradation du milieu ? NON Dépassement des VR ? Pas de VR => Aucune action particulière à mettre en place		

Tableau 9 – Milieu SOL : comparaison aux valeurs repères par substance

L'analyse des premiers éléments issus de la comparaison des données de terrain avec les bruits de fond et les valeurs de référence existantes, pour chaque substance montre les résultats ci-dessous.

Les données sont localisées sur les cartes jointes en annexe.

- **DIOXINES :**

- Comparaison au bruit de fond naturel

Différents bruits de fonds sont disponibles dans la littérature. Conformément à la méthodologie d'une étude de zone, le bruit de fond naturel retenu pour la présente étude, fixé à 1,66 ng/kg ITEQ OMS, inclut uniquement la production naturelle de dioxines (feux de forêts). Ce bruit de fond est systématiquement dépassé au droit des 14 points de prélèvements effectués dans les aires de jeux, les écoles et les jardins privés. **La qualité naturelle des sols est dégradée, au regard des teneurs en dioxines.**

Les sols des communes des plateformes chimiques du Pont-de-Claix et de Jarrie, seules communes investiguées, présentent une teneur médiane de 69 ng/kg ITEQ OMS, cohérentes avec la valeur de bruit de fond établi par le BRGM sur la base de 1181 données, prenant en compte l'influence industrielle et fixé à « > 17 ng/kg ITEQ OMS ».

Les 3 analyses de sols des écoles et aires de jeux analysés sur la commune du Pont-de-Claix, indique une dégradation moindre par rapport aux jardins privés, entre 13 et 69 ng/kg ITEQ OMS.

L'un des jardins prélevé constitue un point particulier, en raison de son amendement massif réalisé avec des cendres (plusieurs dizaines de kilos par an), qui conduisent a priori aux teneurs élevées mesurées, soit 1310 et 803 ng/kg.

- Comparaison aux valeurs de gestion réglementaires du risque sanitaire

Aucune comparaison à des valeurs de gestion réglementaires n'est possible, celles-ci n'étant pas disponibles.

- **PCB de type dioxine (PCB-dl) :**

L'appréhension de la situation des sols vis-à-vis des PCB dioxine-like (dl) diffère de celle des dioxines dans la mesure où ces substances ne sont pas d'origine naturelle et sont introduites dans l'environnement par les activités anthropiques.

- Comparaison au bruit de fond naturel

A titre de repère, il a été considéré un bruit de fond incluant une légère influence anthropique, fixé à 1,36 ng/kg ITEQ OMS.

La situation des communes du Pont-de-Claix et de Jarrie vis-à-vis des PCB-dl est similaire à celle décrite pour les dioxines : la qualité naturelle des sols est dégradée, au regard de la teneur médiane de 51 ng/kg ITEQ OMS en PCB-dl. Les teneurs analysées dans les sols sont supérieures à la valeur repère en bruit de fond fixée à 1,36 ng/kg, d'un facteur variant entre 2 et 300.

Les 3 analyses de sols des écoles et aires de jeux analysées au Pont-de-Claix indique une dégradation nettement moindre par rapport aux jardins privés, les teneurs en PCB-dl variant de 2 à 9 ng/kg ITEQ OMS.

- Comparaison aux valeurs de gestion réglementaires du risque sanitaire

Aucune comparaison à des valeurs de gestion réglementaires n'est possible, celles-ci n'étant pas disponibles.

- **PCB autres (de type « non » dioxine) ou PCB ndl :**

- Comparaison au bruit de fond naturel

Comme les PCB-dl, les PCB-ndl sont également d'origine anthropique.

A l'instar des PCB-dl, à titre de repère, il a été considéré un bruit de fond incluant une légère influence anthropique, fixé à 0,0019 mg/kg, mais aucune valeur réglementaire n'est disponible.

La situation des communes du Pont-de-Claix et Jarrie vis-à-vis des PCB-dl est similaire à celle décrite pour les dioxines : la qualité naturelle des sols est dégradée, au regard de la teneur médiane de 0,1 mg/kg en PCB indicateurs, supérieure au BDF d'un facteur 3 à 400. Les 4 analyses de sols des écoles et aires de jeux analysés au Pont-de-Claix indique une dégradation nettement moindre par rapport aux jardins privés, les teneurs en PCB-ndl variant de 0,01 à 0,05 mg/kg ITEQ OMS.

La répartition des teneurs importantes en PCB-ndl suit celle des PCB-dl : autour de la plateforme du Pont-de-Claix en ST1 (0,4 mg/kg), ST2 (1,5 mg/kg), ST3 (0,4 mg/kg) et autour de celle de Jarrie, en ST7 (0,7 mg/kg).

➤ Comparaison aux valeurs de gestion réglementaires du risque sanitaire

Aucune comparaison à des valeurs de gestion réglementaires n'est possible, celles-ci n'étant pas disponibles.

• **(METAUX) antimoine, vanadium :**

Pour l'antimoine et le vanadium, il n'existe ni valeur de bruit de fond, ni de valeur réglementaire.

➤ Antimoine

Une analyse de la situation a été menée sur la base des statistiques établies à partir des 16 résultats d'analyses de sols. Il apparaît que plus de la moitié des résultats sont non quantifiables (< 0,5 mg/kg) et la teneur maximum (1,1 mg/kg) est seulement double de la teneur médiane (0,5 mg/kg). En d'autres termes, les teneurs en antimoine sont homogènes dans les sols de l'ensemble des communes (hors Jarrie, Champ-sur-Drac, non diagnostiquées), comme confirmé par l'écart-type de 0,2 relativement faible au regard de la moyenne située à 0,6 mg/kg.

**Par suite, il est considéré l'absence de dégradation de la qualité naturelle des sols par l'antimoine.**

➤ Vanadium

Une analyse de la situation a également été menée sur la base des statistiques établies à partir des 10 résultats d'analyses de sols. Il apparaît un facteur 2 à la fois entre la teneur minimum (14 mg/kg) et la médiane (32 mg/kg) et entre la médiane et la teneur maximale (78 mg/kg). En d'autres termes, les teneurs en vanadium sont homogènes dans les sols de l'ensemble des communes (hors Jarrie, Champ-sur-Drac et Eybens, non diagnostiquées), comme confirmé par l'écart-type de 18 mg/kg inférieur de moitié à la moyenne de 32 mg/kg.

**Par suite, il est considéré l'absence de dégradation de la qualité naturelle des sols par le vanadium.**

• (METAUX) cuivre, mercure, zinc :

➤ Comparaison au bruit de fond naturel

Le bruit de fond naturel local retenu est la borne inférieure de l'intervalle établi localement par le Gis Sol. Rappelons que d'après le BRGM, la zone du Sud Grenoblois présente une forte variabilité des teneurs en métaux dans les sols sur de petites distances (quelques centaines de mètres).

Il est intéressant de constater que pour ces trois métaux, la valeur de bruit de fond se situe au niveau la médiane des données et représente la moitié du percentile 90 des données. Tandis que l'écart-type représente 60 à 70% de la moyenne des teneurs. En d'autres termes, les valeurs de bruit de fond rendent bien compte de la qualité moyenne des sols, qui respecte le bruit de fond naturel, excepté localement en raison de l'existence de teneurs hétérogènes comme cela était attendu. L'hétérogénéité des teneurs dans les sols est similaire pour les 3 métaux, excluant toute contamination plus marquée pour le mercure d'après les données collectées lors de l'étape 2 de la présente IEM.

RESULTATS D'ANALYSES SOLS - Résultats exprimés en mg/kg (sauf spécification contraire)								VALEURS REPERES	
TENEURS STATISTIQUES des DONNES de TERRAIN								BRUIT DE FOND	
Substances (en-dessous)	Nbre analyses	MIN.	MAX.	MED.	MOY.	PERC. 90	ECART TYPE	Valeur retenue	Source
Cu	20	25	230	47	63	91	46	50	GIS SOL, valeur basse intervalle 50-100 mg/kg
Hg	21	0,05	0,49	0,14	0,2	0,25	0,10	0,15	INRA ASPITET, valeur basse intervalle 0,15-2,3 mg/kg
Zn	20	33	460	145	181	306	114	150	GIS SOL, valeur basse intervalle 150-300 mg/kg

Tableau 10 – Milieu SOL – Métaux : données statistiques

La centaine de données transmises par la FRAPNA sur les teneurs en mercure dans les sols de surface sur les sites industriels de la plateforme chimique de Jarrie et autour conduit à une médiane de 0,25 mg/kg (contre 0,14 mg/kg données 2019) et un écart type de 1,72 mg/kg, pour une moyenne de 0,8 mg/kg. La différence avec les données de l'étape 2 s'explique par la concentration des mesures transmises par la FRAPNA autour de la plateforme de Jarrie, où les teneurs en mercure sont plus élevées.

**Une partie des résultats d'analyses des sols pour les métaux cuivre, mercure et zinc acquises lors de l'étape 2 de l'étude de zone dépasse les bruits de fonds retenus, comme illustré ci-dessous.**

Echantillon (à droite) Substances (en-dessous)	BDF - JARDINS PRIVES	BDF - AIRES DE JEUX / ECOLES
Cu	> BDF : ECHIROLLES, EYBENS, JARRIE/CHAMP, PDC, VIZILLE < BDF : CLAIX	Jeux/Ecoles < BDF : ECHIROLLES, PDC
Hg	> BDF : ECHIROLLES, EYBENS, JARRIE/CHAMP, PDC, VIZILLE < BDF : CLAIX	> BDF : ECHIROLLES < BDF : PDC
Zn	> BDF : ECHIROLLES, EYBENS, JARRIE/CHAMP, PDC, VIZILLE < BDF : CLAIX	Jeux/Ecoles < BDF : ECHIROLLES, PDC

Tableau 11 – Milieu SOL – Métaux : dépassement du BDF

- Comparaison aux valeurs de gestion réglementaires du risque sanitaire

**Il n'existe pas de valeur réglementaire pour le cuivre, le mercure et le zinc.**

- (METAUX) plomb :

- Comparaison au bruit de fond naturel

Le bruit de fond naturel local retenu est la borne inférieure de l'intervalle établi localement par le Gis Sol. Rappelons que d'après le BRGM, la zone du Sud Grenoblois présente une forte variabilité des teneurs en métaux dans les sols sur de petites distances (quelques centaines de mètres).

Il est intéressant de constater que pour le plomb, contrairement au cuivre, mercure, zinc, la médiane est nettement inférieure à la valeur retenue de bruit de fond, d'un facteur 2. Comme pour le cuivre et le zinc, l'écart-type dépasse légèrement la moitié de la valeur de la moyenne. En d'autres termes, la qualité moyenne des sols est cohérente avec le bruit de fond naturel, excepté très localement (3 sur 20 échantillons) en raison de l'existence de teneurs hétérogènes comme cela était attendu.

**Au final, 15% des résultats en plomb dans les sols dépassent le bruit de fond retenu.**

- Comparaison aux valeurs de gestion réglementaires du risque sanitaire

La valeur de gestion réglementaire et celle du bruit de fond naturel sont identique et établies à 100 mg/kg.

**Cette valeur est applicable aux sols des aires de jeux et écoles, analysés sur les communes d'Echirolles et du Pont-de-Claix, où elle est respectée.**

### 2.3.2. Synthèse de la comparaison aux valeurs retenues

En application du logigramme propre à la méthodologie d'une étude de zone, il convient de poursuivre la réflexion comme suit :

- Pour les polluants organiques persistants (POP : dioxines, PCB-dl, PCBi) :
  - ⇒ Au droit des trois communes diagnostiquées de Jarrie, Champ-sur-Drac et du Pont-de-Claix, une dégradation de la qualité des sols est nettement observée, peu marquée au droit des aires de jeux et des écoles du Pont-de-Claix et davantage à proximité des plateformes chimiques de Jarrie et du Pont-de-Claix.
  - ⇒ En l'absence de valeurs de gestion réglementaires du risque sanitaire, la compatibilité avec les usages doit être étudiée au travers de l'application des grilles IEM.
- Pour les autres métaux, le cuivre, le mercure, le plomb et le zinc :
  - ⇒ Au droit de l'ensemble des communes, les teneurs en métaux dépassent localement les valeurs de bruits fond, confirmant la variabilité naturelle attendue des teneurs, sans permettre à ce stade de l'étude d'identifier une contribution industrielle localement marquée et de pouvoir évoquer une dégradation des milieux, excepté à l'endroit du mercure, dont les plus importantes teneurs sont localisées à proximité de la plateforme chimique de Jarrie. Le dépassement ne concerne que les sols des jardins privés excepté pour le mercure où un très léger dépassement de la valeur de bruit de fond a été observé au droit d'une aire de jeux sur la commune d'Echirrolles.
  - ⇒ Seul le plomb dispose d'une valeur de gestion réglementaire pour les « espaces collectifs habituellement fréquentés par des enfants ». Elle est respectée au droit des sols des aires de jeux et écoles, analysés sur les communes d'Echirrolles et du Pont-de-Claix.
  - ⇒ Le dépassement local des bruits de fond par le cuivre, le mercure, le plomb et le zinc, et de l'absence de valeurs réglementaires rend nécessaire la poursuite de la démarche d'interprétation des milieux par la réalisation d'une grille IEM, au droit des jardins privés et des aire de jeux/écoles pour le mercure.
- Pour les métaux antimoine et vanadium, les milieux apparaissent non dégradées, aucune action particulière n'est à mettre en place.

## 2.4. MILIEU SOL : CALCUL D'INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX

### 2.4.1. Scénarios évalués

En application du schéma conceptuel, la voie d'exposition d'une population fictive type par ingestion non-intentionnelle de sols est considérée et déclinée en scénarios. Selon une démarche sécuritaire, les scénarios d'exposition les plus pénalisants sont étudiés en première approche, à savoir :

- Scénario 1 : enfants résidents avec accès à un jardin et gardés à domicile entre 0 et 6 ans. Les jeunes enfants âgés de 0 à 6 ans sont considérés, étant les plus exposés à l'ingestion de poussières de sol, de par leur comportement par contact main-bouche plus fréquent que des enfants plus âgés et leur faible masse corporelle.
- Scénario 2 : enfants entre 0 et 6 ans fréquentant l'école Jean Moulin du Pont-de-Claix. Ce scénario s'attachera à évaluer uniquement le risque lié à l'exposition des enfants fréquentant l'école, aux fins d'en apprécier la contribution de cet équipement au risque global.
- Scénario 3 : enfants entre 0 et 6 ans fréquentant l'aire de jeux, jouxtant l'école Jean Moulin. Ce scénario s'attachera à évaluer uniquement le risque lié à l'exposition des enfants fréquentant cette aire de jeux, aux fins d'en apprécier la contribution de cet équipement au risque global.
- Scénario 4 : adultes résidents avec accès à un jardin potager. Les activités de jardinage sont reconnues pour exposer davantage les jardiniers que les non-jardiniers.

## 2.4.2. Concentrations retenues pour les calculs

Pour les substances précédemment identifiées, la méthodologie de sélection des teneurs associées a été la suivante :

- Prise en compte de tous les résultats d'analyses des sols de la campagne de prélèvement de l'étape 2 de l'étude de Zone (ARTELIA, 2019), à l'exception des teneurs en dioxines au droit du jardin amendé massivement et régulièrement avec des cendres (SP4 à 1310 ng/kg et ST3 à 803 ng/kg).

Les données de qualité des sols des sites industriels et transmises par la FRAPNA sur les teneurs en mercure ont été utilisées ultérieurement, dans l'interprétation des résultats de calculs, au regard de leur emplacement hors jardin privé, voire de l'absence d'information sur l'usage des sols prélevé.

- Sélection de la teneur maximale, en première approche. Selon les résultats, les calculs ont été affinés avec les teneurs moyennes pour disposer d'éléments d'appréciation de la situation sanitaire.

## 2.4.3. Paramètres d'exposition retenus

Les paramètres d'exposition spécifique à cette voie d'exposition et devant être renseignés pour le calcul des risques sanitaires concernent :

- La quantité de sol ingéré chaque jour : les valeurs pour les enfants et les adultes sont distinctes en raison du comportement main-bouche des enfants, conduisant à une quantité ingérée plus importante que pour un adulte sans activité avec le sol. En cas de culture potagère, l'adulte ingère toutefois davantage de sol, notamment lors du bêchage des sols.

Les quantités de sol ingéré pour ces différentes situations est spécifié dans le guide méthodologique Sites et Sols Pollués de 2017 :

- Enfants : 91 mg/j. Cette valeur correspond au 95<sup>e</sup> percentile de données sur la quantité de terre et de poussières ingérée par des enfants de 1 à 4 ans et issue d'une étude menée par STANEK et considérée comme la plus robuste par l'INVS et l'INERIS<sup>1</sup>.

Par ailleurs, l'enfant est considéré présent à son domicile tous les jours de l'année sauf 35j (absence environ 3j/mois), et fréquenter le jardin de sa résidence tous les jours de présence (hypothèses issue de la base de données CIBLEX).

- Adultes : 50 mg/j hors activité de jardinage et 200 mg/j lors d'activités de jardinage. A l'endroit de la répartition des activités de jardinage, en l'absence de données statistiques nationales, l'adulte résidant et jardinant, est considéré occupé à des activités potagères impliquant le travail de la terre (bêchage, binage, ajout de compost en profondeur, désherbage, etc.) 90 jours par an (exposition : 200 mg/j) et le reste du temps sans activité potagère (exposition : 50 mg/j). Un paragraphe dédié aux incertitudes, étudie l'incidence de cette hypothèse sur les résultats de la présente étude.
- La fréquence d'exposition à l'ingestion de sol est corollaire avec la fréquentation des espaces extérieurs par les résidents. La base de données nationale, CIBLEX, renseignant habituellement sur le comportement des populations pour les études de risques sanitaires, ne précise pas cette donnée. Selon les recommandations nationales en matière d'études de risques sanitaires (cf. guide méthodologique SSP 2017), les hypothèses retenues sont réalistes et sécuritaires comme explicité ci-dessous :

---

<sup>1</sup> « Guide Pratique – Quantité de terre et poussières ingérées par un enfant de moins de 6 ans », INERIS/INVS, 2012.

- Enfants :
  - Scénario 1 : à l’instar des préconisations ministérielles à l’endroit de la quantité de sol ingérée, un cas sécuritaire d’exposition a été retenu. Il a ainsi été paramétré l’exposition d’un enfant gardé à son domicile. Les hypothèses de présence 330 j/an (absence 35 j/an, soit environ 3 j/mois) et de fréquentation des espaces extérieurs chaque jour de présence ont été retenues.
  - Scénario 2 : il a été retenu une exposition de 180 j/an, correspondant au calendrier scolaire d’ouverture de l’école Jean Moulin (52 semaines annuelles diminuées de 16 semaines de vacances, à raison d’une ouverture 5 j/semaine). Dans ce scénario, le reste du temps, l’enfant est considéré comme non exposé. Il s’agit d’un cas virtuel destiné à évaluer la contribution de l’exposition en milieu scolaire au risque global.
  - Scénario 3 : il a été retenu une exposition de 120 j/an, correspondant aux jours de fréquentation théorique de l’aire de jeux (365 j par an, diminués de 180j correspondant à l’exposition à l’école prise en compte dans le scénario 2, diminués de 70 j de non fréquentation, soit 6 j/mois sans fréquentation du parc). Dans ce scénario, le reste du temps, l’enfant est considéré comme non exposé. Il s’agit d’un cas virtuel destiné à évaluer la contribution de l’exposition lors de la fréquentation de cet équipement au risque global.
- Adultes : une hypothèse de présence annuelle similaire à celle de l’enfant a été retenue (330j/an)

Un paragraphe dédié aux incertitudes, étudie l’incidence de cette hypothèse sur les résultats de la présente étude.

- La durée d’exposition est estimée à 30ans, correspondant au percentile 90 de la durée de résidence d’après l’analyse des abonnements privés à EDF. Cette valeur est issue du guide INERIS DRC-12-125929-13162B -1ère édition - Aout 2013 - Evaluation de l’état des milieux et des risques sanitaires.
- Le poids corporel par classe d’âge : les valeurs sont issues du travail conjoint de l’INERIS et de l’ADEME, présenté dans son rapport "TROPHE, livrable n°3" de juil. 2017 (voir p.26). Pour les enfants, les poids indiqués pour chacun des 3 classes d’âge 0-1 an, 1-3 ans, 3-6 ans ont été moyennés.

Une synthèse des valeurs retenues pour le paramétrage de l’étude sanitaire est présentée ci-dessous.

Milieu SOL - Grille IEM : Paramètres					
Paramètres		Enfant - Résident	Enfant - Ecole	Adulte	Source
Qs	Quantité journalière de sol ingérée	91 mg/j	91 mg/j	90 j/ an : 200 mg/j Reste du temps : 50 mg/j	Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués, vers. du 19/04/2017
T	Durée d'exposition théorique	6 ans	6 ans	30 ans	30 ans : Percentile 90 de la durée de résidence d'après l'analyse des abonnements privés à EDF. Guide INERIS DRC-12-125929-13162B -1ère édition - Aout 2013 - Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires
Ef	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	330	180	330	Hypothèse sécuritaire : présence 365j/an diminuée de 35j (absence env. 3j/mois)
P	Poids corporel de l'individu	15 kg	15 kg	70 kg	"TROPHE (TRANSFERTS ET RISQUES DES ORGANIQUES PERSISTANTS POUR L'HOMME ET LES ECOSYSTEMES), livrable n°3", INERIS/ADEME, juil. 2017, p.26 Pour les enfants, poids moyenne pour les 3 classes d'âge 0-1 an, 1-3 ans, 3-6 ans

Tableau 12 – Milieu SOL : paramétrage de la grille IEM

#### 2.4.4. Relations dose-réponse : valeurs toxicologiques de références

#### **2.4.4.1. Présentation des VTR disponibles et sélectionnées**

Le tableau en page suivante synthétise les valeurs toxicologiques de référence retenues pour la présente étude.

**Toxicologie**

Famille	Substances	n° CAS	Màj données INERIS	Effets à seuil / sans	Source	Année de révision	Valeur de référence	Unité	VTR retenues	Justification du choix de VTR
POP	Dioxines / furanes	/	/	nc	ANSES	2012	<b>7,0E-10</b>	mg TEQ/kg/j	X	Application DGS 2014 / Choix ANSES
					USEPA	2012	7,0E-10	mg TEQ/kg/j		
					INERIS	2019	2,9E-10	mg TEQ/kg/j		
	Polychlorobiphényles	1336-36-3	06/06/2017	nc	RIVM	2001	1,0E-05	mg/kg/j		
					Santé Canada	2010	1,3E-04	mg/kg/j		
					ANSES	2007	<b>1,0E-05</b>	mg/kg/j	X	Application DGS 2014 / Choix ANSES
METAUX	Mercure élémentaire	7439-97-6	06/08/2019	nc	RIVM	2001	2,0E-03	mg/kg/j		
					OMS	2005	2,0E-03	mg/kg/j		
					OEHHA	2008	1,6E-04	mg/kg/j		
					Santé CANADA	2010	3,0E-04	mg/kg/j		
					INERIS	2014	6,6E-04	mg/kg/j		
	Méthyl Mercure	22967-92-6	13/04/2018	nc	US EPA	2001	<b>1,0E-04</b>	<b>mg/kg/j</b>	X	Application DGS 2014
					ATSDR	1999	3,0E-04	mg/kg/j		
					Santé Canada	2010	4,7E-04	mg/kg/j		
					RIVM	2001	1,0E-04	mg/kg/j		
	Cuivre	7440-50-8	13/04/2018	nc	RIVM	2001	1,4E-01	mg/kg/j		
					Santé Canada	2010	<b>1,4E-01</b>	mg/kg/j	X	Application DGS 2014 (pas d'avis INERIS)
	Plomb (inorganique)	7439-92-1	19/11/2018	nc	RIVM	2001	<b>3,6E-03</b>	mg/kg/j	X	Application DGS 2014 / Choix INERIS
					OEHHA	2011	<b>8,5E-03</b>	(mg/kg/j)-1	X	Application DGS 2014 / Choix INERIS
	Zinc	7440-66-6	06/08/2019	nc	ATSDR	2005	3,0E-01	mg/kg/j		
					USEPA	2005	<b>3,0E-01</b>	mg/kg/j	X	Application DGS 2014 / Choix INERIS
					Santé Canada	2010	6,0E-01	mg/kg/j		
					RIVM	2001	5,0E-01	mg/kg/j		

Tableau 13 – Milieu SOL : VTR disponibles et sélectionnées

#### 2.4.4.2. Cas particulier du mercure

Le mercure est présent sous différentes formes dans l'environnement :

- Composé(s) inorganique(s) du mercure (dont mercure élémentaire) : Les composés inorganiques du mercure sont formés quand le mercure (symbole Hg) se combine avec des éléments autres que le carbone, comme le chlore, le soufre ou l'oxygène. Le mercure élémentaire est une forme de mercure inorganique
- Composé(s) organique(s) du mercure (dont méthylmercure) : Les composés organiques du mercure, parfois appelés organomercuriels, sont ceux contenant les liaisons covalentes entre le carbone et le mercure.

Les VTR ont été recherchées pour chaque catégorie de mercure (organique et inorganique), puis sélectionné dans chaque catégorie selon la démarche stipulée par la DGS : enfin, la VTR la plus sécuritaire a été retenue.

Il est à noter que les données disponibles concernent le mercure total, et ne permettent pas de distinguer si le mercure est présent sous forme organique ou non. Par suite, il a été considéré les VTR disponibles indépendamment du type de mercure. La VTR du méthylmercure, composé le plus dangereux, a été retenue selon la démarche exposée ci-dessus.

#### 2.4.4.3. Cas particulier du plomb

Dans son rapport l'ANSES a déterminé une VTR orale exclusivement pour l'ingestion par l'alimentation et les retombées atmosphériques, fixée à 0,63 µg/kg/j.

Aussi, la VTR a été sélectionnée parmi les propositions des autres organismes en application de la directive de la DGS. Une VTR de 3,6 µg/kg/j a été retenue, celle du RIVM.

### 2.4.5. Grille IEM de calcul des risques sanitaires

#### 2.4.5.1. Présentation des résultats des calculs de risques sanitaires

Pour la voie d'exposition « ingestion non-intentionnelle de sol », la grille IEM de calcul des risques sanitaires a été utilisée et page suivante sont présentés deux calculs :

- ✓ Calcul des risques sanitaires sur la base des teneurs maximales,
- ✓ Pour les substances dépassant les seuils de comptabilité, calcul des risques sanitaires sur la base des teneurs moyennes.

Voie d'exposition unique : Ingestion de sols											
Paramètres	Milieu naturel	Comportement des récepteur					VTR des substances		Risque lié aux substances		
	Cs	Qs	T	Ef	P	Tm	à seuil d'effet	sans seuil d'effet	à seuil d'effet	sans seuil d'effet	
<p>Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation</p>	Concentration de la substance dans le sol	Quantité journalière de sol ingérée	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Poids corporel	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	Quotient de Danger (QD)	Excès de risque individuel (ERI)	
	Unité	mg/kg	kg/j	an	jour	kg	an	mg/kg/j	(mg/kg/j) <sup>-1</sup>	-	-
Substance	Mesure terrain (max.)	Données issues de bases de données					Données issues de bases de données		Calculs		
<b>Dioxines/Furanes*</b>											
Enfants (0 - 6 ans) - Résident	0,000425	0,000091	6	330	15	70	7E-10	VTR non disp.	3,3	VTR non disp.	
Enfants (0 - 6 ans) - Ecole	0,0000367	0,000091	6	180	15	70	7E-10	VTR non disp.	0,2	VTR non disp.	
Enfants (0 - 6 ans) - Aires jeux	0,0000693	0,000091	6	115	15	70	7E-10	VTR non disp.	0,2	VTR non disp.	
Adultes (18 ans et +)	0,000425	9E-05	70	330	70	70	7E-10	VTR non disp.	0,7	VTR non disp.	
<b>PCB-dl*</b>											
Enfants (0 - 6 ans)	0,000274	0,000091	6	330	15	70	7E-10	VTR non disp.	2,1	VTR non disp.	
Enfants (0 - 6 ans) - Ecole	0,0000729	0,000091	6	180	15	70	7E-10	VTR non disp.	0,03	VTR non disp.	
Enfants (0 - 6 ans) - Aires jeux	0,0000906	0,000091	6	115	15	70	7E-10	VTR non disp.	0,02	VTR non disp.	
Adultes (18 ans et +)	0,000274	9E-05	70	330	70	70	7E-10	VTR non disp.	0,5	VTR non disp.	
<b>PCB-indicateurs</b>											
Enfants (0 - 6 ans)	1,5	0,000091	6	330	15	70	1E-05	VTR non disp.	0,8	VTR non disp.	
Enfants (0 - 6 ans) - Ecole	0,03	0,000091	6	180	15	70	0,00001	VTR non disp.	0,01	VTR non disp.	
Enfants (0 - 6 ans) - Aires jeux	0,049	0,000091	6	115	15	70	0,00001	VTR non disp.	0,01	VTR non disp.	
Adultes (18 ans et +)	1,5	9E-05	70	330	70	70	1E-05	VTR non disp.	0,2	VTR non disp.	
<b>Cuivre</b>											
Enfants (0 - 6 ans) - Résident	230	0,000091	6	330	15	70	0,141	VTR non disp.	0,01	VTR non disp.	
Adultes (18 ans et +)	230	9E-05	70	330	70	70	0,141	VTR non disp.	0,002	VTR non disp.	
<b>Mercur</b>											
Enfants (0 - 6 ans) - Résident	0,49	0,000091	6	330	15	70	0,0001	VTR non disp.	0,03	VTR non disp.	
Adultes (18 ans et +)	0,49	9E-05	70	330	70	70	0,0001	VTR non disp.	0,01	VTR non disp.	
<b>Plomb</b>											
Enfants (0 - 6 ans) - Résident	130	0,000091	6	330	15	70	0,0036	0,0085	0,2	5E-07	
Adultes (18 ans et +)	130	9E-05	70	330	70	70	0,0036	0,0085	0,04	1E-06	
<b>Zinc</b>											
Enfants (0 - 6 ans) - Résident	460	0,000091	6	330	15	70	0,3	VTR non disp.	0,01	VTR non disp.	
Adultes (18 ans et +)	460	9E-05	70	330	70	70	0,3	VTR non disp.	0,002	VTR non disp.	
Interprétation	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés							< 0,2	< 1E-06		
	Intervalle nécessitant une réflexion plus approfondie avant de s'engager dans un plan de ge							0,2 - 5	1E-06 - 1E-04		
	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages							> 5	> 1E-04		

Tableau 14 – Milieu SOL : grille IEM – Teneurs maximales

Voie d'exposition unique : Ingestion de sols											
Paramètres	Milieu naturel	Comportement des récepteur					VTR des substances		Risque lié aux substances		
	Cs	Qs	T	Ef	P	Tm	à seuil d'effet	sans seuil d'effet	à seuil d'effet	sans seuil d'effet	
<p>Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation</p>	Concentration de la substance dans le sol	Quantité journalière de sol ingérée	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Poids corporel	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	Quotient de Danger (QD)	Excès de risque individuel (ERI)	
	Unité	mg/kg	kg/j	an	jour	kg	an	mg/kg/j	(mg/kg/j) <sup>-1</sup>	-	-
Substance (1)	Mesure terrain (moyenne)	Données issues de bases de données					Données issues de bases de données		Calculs		
<b>Dioxines/Furanes*</b>											
Enfants (0 - 6 ans)	0,000106	0,000091	6	330	15	70	7E-10	VTR non disp.	0,8	VTR non disp.	
Adultes (18 ans et +)	0,000106	9E-05	70	330	70	70	7E-10	VTR non disp.	0,18	VTR non disp.	
<b>PCB-dl*</b>											
Enfants (0 - 6 ans)	0,000065	0,000091	6	330	15	70	7E-10	VTR non disp.	0,5	VTR non disp.	
Adultes (18 ans et +)	0,000065	9E-05	70	330	70	70	7E-10	VTR non disp.	0,11	VTR non disp.	
<b>PCB-indicateurs</b>											
Enfants (0 - 6 ans)	0,24	0,000091	6	330	15	70	1E-05	VTR non disp.	0,13	VTR non disp.	
Adultes (18 ans et +)	0,24	9E-05	70	330	70	70	1E-05	VTR non disp.	0,03	VTR non disp.	
<b>Plomb</b>											
Enfants (0 - 6 ans)	58	0,000091	6	330	15	70	0,0036	0,0085	0,09	2E-07	
Adultes (18 ans et +)	58	9E-05	70	330	70	70	0,0036	0,0085	0,02	6E-07	
Interprétation	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés							< 0,2	< 1E-06		
	Intervalle nécessitant une réflexion plus approfondie avant de s'engager dans un plan de ge							0,2 - 5	1E-06 - 1E-04		
	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages							> 5	> 1E-04		

Tableau 15 – Milieu SOL : grille IEM – Teneur moyenne

### 2.4.5.2. Interprétation des résultats des calculs de risques sanitaires

Les risques sanitaires pour chaque substance ont été calculés pour les populations les plus exposées (tableau de gauche basé sur les teneurs maximales) ainsi qu'en moyenne pour l'ensemble des populations disposant d'un jardin (tableau de gauche basé sur les teneurs moyennes).

#### **Interprétation des résultats de calcul de risques sanitaires pour les populations les plus exposées (teneurs maximales)**

Dans le cadre de l'IEM classique ou d'une étude de zone, les résultats des calculs de l'IEM sont interprétés selon 3 intervalles de gestion, parmi lesquels les substances d'intérêt étudiées pour le milieu SOL peuvent être ainsi catégorisées :

- Résultat inférieur à 0,2 pour le QD et  $1.10^{-6}$  pour l'ERI : l'état du milieu SOL est assurément compatible avec les usages d'aire de jeux, de jardin d'agrément, de potager, etc., pour la majorité des métaux (cuivre, mercure, zinc) : les niveaux de risques calculés pour les effets avec et sans seuils (cancérigènes) respectent largement les seuils de gestion des risques dans le cadre d'une IEM. Pour le plomb, l'exposition des adultes associée à un risque sanitaire pour les effets sans seuils de  $1.10^{-6}$  est proche du seuil de comptabilité certaine.
- Résultat compris entre 0,2 et 5 pour le QD et  $1.10^{-6}$  et  $1.10^{-4}$  pour l'ERI : l'état du milieu SOL nécessite une réflexion plus approfondie, sans toutefois nécessiter une action de gestion sanitaire rapide, pour les dioxines et les PCB de type dioxine et non dioxines. Il convient de noter que la situation est particulièrement préoccupante pour les enfants les plus exposés aux dioxines, avec un risque associé de 3,3, proche du seuil de 5.
- Résultat supérieur à 5 pour le QD et  $1.10^{-4}$  pour l'ERI : L'état du milieu SOL n'est incompatible avec ses usages pour aucune substance.

#### **Interprétation des résultats de calcul de risques sanitaires pour les populations, en moyenne (teneurs moyennes)**

En moyenne, les risques sanitaires liés à l'ingestion de sol sont nettement moins importants et respectent le seuil de compatibilité certaine pour les PCB de type non dioxine, mais continuent de le dépasser pour les dioxines et PCB de type dioxines, confirmant la préoccupation de la situation sanitaire des populations les plus exposées aux dioxines.

Il apparaît ainsi que les teneurs dans les sols en dioxines et PCB (de type dioxines ou non) situés à proximité des plateformes chimiques tirent le risque.

#### **Interprétation des résultats de calcul de risques sanitaires à l'école Jean Moulin et aire de jeux attenante, sur la commune du Pont-de-Claix**

L'exposition des enfants en milieu scolaire et aire de jeux a été évaluée uniquement pour les dioxines et les PCB, seules substances analysées en milieu scolaire lors de l'étape 2 de la présente IEM (seules substances d'intérêt identifiées lors de l'étape 1 en milieu scolaire).

Les résultats indiquent des résultats inférieurs à 0,2 pour le QD (ERI non calculé en l'absence de VTR) : l'état du milieu SOL de l'école Jean Moulin et de l'aire de jeux attenante est compatible avec leur fréquentation par de jeunes enfants (0 – 6 ans), malgré leur comportement particulièrement exposant (main-bouche fréquent).

### 2.4.5.3. Zoom sur le calcul des risques sanitaires associés aux dioxines et PCB de type dioxines

Afin de caractériser plus précisément les risques sanitaires, il est présentement fait appel aux valeurs réglementaires ayant cours dans les pays voisins, la Suisse et l'Allemagne, où les valeurs suivantes sont appliquées :

- Pour l'évaluation de l'exposition par ingestion de végétaux autoproduits aux teneurs en polluants dans les sols lors de leur usage comme potagers privés : la valeur de 40 ng/kg ITEQ OMS est fixée comme valeur cible (non contraignante) pour l'usage de terres agricoles et horticoles en Allemagne. Il est à noter que cette valeur

est destinée à gérer le risque d'exposition par ingestion de végétaux autoproduits, et non pas par ingestion involontaire de sol.

- Pour l'évaluation de l'exposition par ingestion involontaire de sol :
  - Enfants, lors de l'usage des sols comme aires de jeux pour enfants : la valeur de 100 ng/kg fixée comme seuil réglementaire contraignant pour cet usage en Allemagne et en Suisse est retenue. A l'instar de la Suisse, l'aire de jeux pour enfants comprend les espaces autant publics que privés (jardins privés des pavillons) ;
  - Adultes, lors de l'usage résidentiel des sols : la valeur de 1000 ng/kg fixée comme seuil réglementaire contraignant pour cet usage en Allemagne.

Le choix des valeurs de référence étagées ci-dessus conduit à faire co-exister pour un même usage, l'usage résidentiel, deux valeurs différentes pour apprécier les risques d'ingestion de sol selon qu'il s'agit des enfants (valeur de référence : 100 ng/kg) ou des adultes (valeur de référence : 1000 ng/kg). Dans la suite du rapport, la valeur la plus sécuritaire, celle pour les enfants de 100 ng/kg sera retenue pour l'usage résidentiel.

Cette valeur de 100 ng/kg, appliquée comme seuil de gestion en Allemagne et en Suisse est cohérente avec le risque présentement calculé et présenté au tableau 16 : pour une teneur moyenne de 106 ng/kg de dioxines, le risque (QD) pour les enfants est de 0,8, proche du seuil de risques de 1, considéré comme acceptable au niveau national et international dans le cadre d'Evaluation Quantitative de Risques Sanitaires (démarche différente de la présente IEM).

- **Dioxine :**

- Comparaison aux valeurs de référence du risque sanitaire lié à la voie d'exposition « ingestion de végétaux autoproduits »

Les sols des jardins privés investigués sur les communes accueillant les plateformes chimiques du Pont-de-Claix et de Jarrie dépassent régulièrement la valeur de référence de 40 ng/kg ITEQ OMS établie pour prendre en compte l'exposition par consommation de végétaux autoproduits en Allemagne.

Sur les 9 analyses (hors sols écoles/aires de jeux et hors jardin massivement amendé de cendres), 4 analyses respectent la valeur de référence retenue, tandis que la médiane se situe à 128 ng/kg ITEQ OMS et le maximum à 425 ng/kg, dépassant toutes deux la valeur de référence retenue de 40 ng/kg ITEQ OMS. Environ 1 jardin sur 2 présente donc des teneurs supérieures à la valeur de référence de 40 ng/kg ITEQ OMS, parfois significativement plus élevée.

L'étude de la localisation des dépassements de la valeur de 40 ng/kg ITEQ OMS met en évidence que les dépassements se concentrent aux alentours immédiats des plateformes chimiques du Pont-de-Claix et de Jarrie.

Plus en détails, la répartition des dépassements est localisée comme suit :

- Autour de la plateforme du Pont-de-Claix : les teneurs les plus importantes se situent au nord de la plateforme, dans le lotissement jouxtant le site, aux points prélevés lors de l'étape 2 en 2019 et nommés ST1 (425 ng/kg), ST2 (212 ng/kg), ST3 (803 ng/kg : jardin avec cendres), comme corroboré par l'étude menée par la plateforme du Pont-de-Claix en 2009, qui localise dans cette même zone les points n°21 (176 ng/kg), n°23 (198 ng/kg), n°24 (99 ng/kg), n°26 (223 ng/kg), n°27 (225 ng/kg), n°28 (152 ng/kg).



Figure 3 – Milieu SOL : zoom (extrait de la carte 1b située en annexe du rapport)

L'exclusion de ces teneurs en dioxines dans les sols conduit à une moyenne de 37 ng/kg sur la commune du Pont-de-Claix avec les données de l'étape 2 de 2019 et de 45 ng/kg avec les données de l'étude de la plateforme du Pont-de-Claix de 2009. Ces teneurs moyennes sont proches de la valeur de 40ng/kg.

- Autour de la plateforme de Jarrie : les teneurs les plus importantes se situent au sud-ouest de la plateforme, dans les résidences situées à maximum 100m du site, aux points prélevés lors de l'étape 2 de 2019 et nommés ST7 (227 ng/kg), SP17 (137 ng/kg), comme corroboré par l'étude de CEZUS (dorénavant FRAMATOME) localisant dans cette même zone le point n°4 (116 ng/kg).



Figure 4 – Milieu SOL : zoom (extrait de la carte 1b située en annexe du rapport)

L'exclusion de ces teneurs en dioxines dans les sols conduit à une moyenne de 26 ng/kg sur la commune de Jarrie avec les données de l'étape 2 de 2019 et de 58 ng/kg avec les données des études réalisées par la société CEZUS (dorénavant FRAMATOME). Ces teneurs moyennes sont proches de la valeur de 40ng ITEQ/kg.

- Comparaison aux valeurs de référence du risque sanitaire lié à la voie d'exposition « ingestion involontaire de sol »
- ✓ Cas des espaces publics (aires de jeux publiques et écoles) :

Les sols des écoles et aires de jeux publiques investigués sur la commune du Pont-de-Claix présentent une teneur moyenne de 40 ng ITEQ/kg et maximale de 69 ng/kg, qui respectent le seuil réglementaire allemand et suisse (pas de seuil en France), de 100 ng ITEQ/kg établi pour cet usage.

- ✓ Cas des espaces privés (jardins pavillonnaires avec ou sans potager)

Sur les 9 analyses (hors sols écoles/aires de jeux et hors jardin massivement amendé de cendres évoqué ci-dessus), les teneurs dans les sols des jardins et potagers des zones résidentielles des communes accueillant les plateformes chimiques du Pont-de-Claix et de Jarrie :

- Dépassent dans 5 jardins la valeur de 100 ng ITEQ/kg, retenue pour évaluer le risque pour les enfants en Allemagne et en Suisse, d'ingestion de sols impactés par les dioxines.
- Respectent dans tous les jardins la valeur de 1000 ng ITEQ/kg, utilisée en Allemagne et en Suisse pour évaluer le risque pour les adultes, d'ingestion de sols impactés par les dioxines.

La médiane se situe à 128 ng/kg et le maximum à 425 ng/kg, dépassant toutes deux la valeur de 100 ng ITEQ/kg, mais respectant celle de 1000 ng ITEQ/kg.

Environ 1 jardin sur 2 présente donc des teneurs supérieures à la valeur de 100 ng ITEQ/kg, parfois significativement plus élevée.

L'étude de la localisation des dépassements de la valeur de référence retenue de 100 ng ITEQ/kg conduit aux mêmes conclusions que pour la valeur de 40 ng ITEQ/kg : les dépassements se concentrent aux alentours immédiats des plateformes chimiques du Pont-de-Claix et de Jarrie.

- **PCB de type dioxine (PCB-dl) :**

L'appréhension de la situation des sols vis-à-vis des PCB dioxine-like (dl) diffère de celle des dioxines dans la mesure où ces substances ne sont pas d'origine naturelle et sont introduites dans l'environnement par les activités anthropiques.

- Comparaison aux valeurs de référence du risque sanitaire lié à la voie d'exposition « ingestion de végétaux autoproduits »

Les teneurs en PCB-dl dans les sols des jardins dépassent à de nombreuses reprises la valeur de 40 ng/kg ITEQ OMS, à des niveaux significativement plus élevés (facteur 7 au maximum).

La répartition des dépassements suit un schéma similaire à celui des dioxines avec des teneurs les plus importantes situées aux mêmes points : autour de la plateforme du Pont-de-Claix en ST1 (124 ng/kg), ST2 (274 ng/kg) et autour de celle de Jarrie, en ST7 (151 ng/kg).

- Comparaison aux valeurs de référence du risque sanitaire lié à la voie d'exposition « ingestion involontaire de sol »

Les sols des écoles et aires de jeux publiques investigués sur la commune du Pont-de-Claix présentent une teneur médiane de 7 ng/kg et maximale de 9 ng/kg, qui respectent largement la valeur de référence Allemande et Suisse (pas de seuil en France), de 100 ng ITEQ/kg établi pour cet usage.

Les sols des jardins et potagers des zones résidentielles des communes accueillant les plateformes chimiques du Pont-de-Claix et Jarrie présentent une teneur médiane de 55 ng/kg et maximale de 274 ng/kg. Une partie des sols présente des teneurs en PCB-dl au-dessus de la valeur de 100 ng ITEQ/kg associée à l'exposition des enfants dans les jardins privés/familiaux, tandis que tous les sols analysés respectent la valeur de référence pour un usage résidentiel fixée pour les adultes à 1000 ng ITEQ/kg en Allemagne.

#### 2.4.5.4. Etude des incertitudes

La poursuite de l'interprétation des résultats de calculs de risques sanitaires est présentée ci-dessous avec l'étude des incertitudes grevant les calculs d'exposition. Il s'agit d'une étude de sensibilité du paramétrage des calculs de la grille IEM, qui met en évidence les éléments suivants.

##### Pour les dioxines :

- **Incertitudes relatives aux teneurs en dioxines dans les sols :** Les données d'entrée sont constituées des résultats d'analyses d'échantillons de sols prélevés lors de l'étape 2 de l'étude de zone. D'autres données sont disponibles, en particulier les résultats des campagnes de surveillance des effets des industriels CEZUS (dorénavant FRAMATOME - plateforme de Jarrie) et de la plateforme chimique du Pont-de-Claix, réalisées sur la période 2006-2011, comme présenté ci-dessous.

Etude	RHODIA 2009	CEZUS (2006-2011)	Etude de l'étape 2 2019 (1)
Minimum	4	6	11
Moyenne	74	98	128
Médiane	46	42	70
Maximum	225	116	425

(1) : Concentrations étude de l'étape 2, 2019 (données commune du Pont-de-Claix, hors points particuliers ST3/SP4 à 830 et 1310 ng/kg et écoles/aires publiques)

Tableau 16 – Milieu SOL, subst. DIOXINES : comparaison des données 2006-2019

Ces données complémentaires confirment l'existence à cette période d'un marquage des sols en dioxines autour des deux plateformes, similaire à celui observé en 2019 lors de l'étude de l'étape 2 de la présente étude de zone. Les 3 jeux de données (CEZUS (dorénavant FRAMATOME), alentours de la plateforme du Pont-de-Claix et Etape 2 de 2019) présentent des valeurs statistiques (minimums, maximums, moyennes, etc.) proches. Par suite, leur prise en compte n'est pas susceptible de modifier les conclusions de la présente étude de risques.

Une figure localisant la répartition des dioxines est présentée en annexe.

##### Pour les dioxines et PCB-dl :

- **Incertitudes relatives au comportement des récepteurs :** Le comportement des récepteurs est caractérisé par divers paramètres, issus d'hypothèses pouvant varier selon les sources consultées. Le cas le plus exposant ayant été étudié en première approche (teneurs maximales, présence annuelle élevée, etc.), divers cas plus favorables sont étudiés ci-dessous.
  - Pour les adultes : un cas moins exposant est étudié où le nombre de jours de jardinage associé à une ingestion de 200 mg de sol est divisé par 10, soit 9 jours au lieu de 90 j/an (le reste du temps une quantité de 50 mg est retenue) avec une présence annuelle dans le jardin diminuée à 278 j (5 semaines et un week-end sur deux, hors du domicile). Ce paramétrage est issu d'hypothèses émises par ARTELIA, en l'absence de base de données nationales identifiée.

- Pour les enfants : un cas plus favorable est étudié où le nombre de jours de présence annuelle est diminuée à 278 j.

Quant à la quantité de sol ingérée par les enfants, la valeur de 91 mg/j correspond au 95<sup>e</sup> percentile de données sur la quantité de terre et de poussières ingérée par des enfants de 1 à 4 ans et issue d'une étude menée par STANEK et considérée comme la plus robuste par l'INVS et l'INERIS<sup>2</sup>. D'après cette étude, la médiane des quantités de sol ingérées se situe à 24 mg/j. Aux fins de la présente étude des incertitudes, le calcul sanitaire intégrant cette valeur médiane a été mené et est présenté ci-dessous.

Voie d'exposition unique : Ingestion de sols										
Paramètres	Milieu naturel	Comportement des récepteur					VTR des substances		Risque lié aux substances	
	Cs	Qs	T	Ef	P	Tm	à seuil d'effet	sans seuil d'effet	à seuil d'effet	sans seuil d'effet
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation	Concentration de la substance dans le sol	Quantité journalière de sol ingérée	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Poids corporel	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	Quotient de Danger (QD)	Excès de risque individuel (ERI)
	Unité	mg/kg	kg/j	an	jour	kg	an	mg/kg/j	(mg/kg/j) <sup>-1</sup>	-
Substance	Mesure terrain (max.)	Données issues de bases de données					Données issues de bases de données		Calculs	
<b>Dioxines/Furanes*</b>										
Enfants (0 - 6 ans)	0,000425	0,000024	6	278	15	70	7E-10	VTR non disp.	0,7	VTR non disp.
Adultes (18 ans et +)	0,000425	0,000055	70	278	70	70	7E-10	VTR non disp.	0,4	VTR non disp.
<b>PCB-dl*</b>										
Enfants (0 - 6 ans)	0,000274	0,000024	6	278	15	70	7E-10	VTR non disp.	0,5	VTR non disp.
Adultes (18 ans et +)	0,000274	5E-05	70	278	70	70	7E-10	VTR non disp.	0,2	VTR non disp.
Interprétation	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés								< 0,2	< 1E-06
	Intervalle nécessitant une réflexion plus approfondie avant de s'engager dans un plan de gestion								0,2 - 5	1E-06 - 1E-04
	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages								> 5	> 1E-04

Tableau 17 – Milieu SOL : grille IEM – Incertitudes relatives au comportement des récepteurs (dioxines, PCB-dl)

Ce paramétrage d'un cas d'exposition représentatif d'une population moins exposée conduit à des risques sanitaires moins importants, mais demeurant dans la même gamme de résultats, rendant nécessaire une réflexion plus approfondie.

<sup>2</sup> « Guide Pratique – Quantité de terre et poussières ingérées par un enfant de moins de 6 ans », INERIS/INVS, 2012.

▪ **Incertitudes relatives aux VTR :**

Pour les dioxines, deux VTR sont disponibles : l'une publiée par l'ANSES (sur base de celle de l'USEPA) et l'autre par l'INERIS. Ces VTR sont proches, différant d'un facteur 2 seulement. La VTR de l'ANSES a été retenue selon l'application de la circulaire émise par la DGS. Si la VTR de l'INERIS avait été appliquée, les risques sanitaires seraient deux fois plus élevés et par suite les conclusions de la présente étude resteraient inchangées.

Par ailleurs, l'étude de la toxicologie des PCB de type dioxines et des dioxines elles-mêmes fait apparaître un mécanisme d'action toxique similaire entre les deux familles. L'additivité des risques associés à chaque famille n'est toutefois pas traité dans le cadre de la présente étude de zone, en application de la méthodologie nationale. Le traitement de l'additivité des risques sanitaires associés aux deux familles est en effet réservé au cadre de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS), étude recommandée en conclusions de la présente étude.

**Pour les PCB de type non dioxines :**

- **Incertitudes relatives aux teneurs en PCB dans les sols :** les teneurs considérées sont issues uniquement de l'étape 2 de la présente étude de zone, au cours de laquelle 16 sols d'écoles, d'aires de jeux et de jardins privés ont été prélevés autour des plateformes chimiques du Pont-de-Claix et de Jarrie. Les données sont considérées comme représentatives de la qualité des sols autour des plateformes et aucune incertitude n'est retenue.
- **Incertitudes relatives au comportement des récepteurs :** sur la base de la modification des paramètres comme détaillé pour les dioxines ci-dessus, les calculs de risques conduiraient aux résultats suivants.

Voie d'exposition unique : Ingestion de sols										
Paramètres	Milieu naturel	Comportement des récepteur					VTR des substances		Risque lié aux substances	
	Cs	Qs	T	Ef	P	Tm	à seuil d'effet	sans seuil d'effet	à seuil d'effet	sans seuil d'effet
<b>Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation</b>	Concentration de la substance dans le sol	Quantité journalière de sol ingérée	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Poids corporel	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	Quotient de Danger (QD)	Excès de risque individuel (ERI)
	Unité	mg/kg	kg/j	an	jour	kg	an	mg/kg/j	(mg/kg/j) <sup>-1</sup>	-
Substance	Mesure terrain (max.)	Données issues de bases de données					Données issues de bases de données		Calculs	
<b>PCB-indicateurs</b>										
Enfants (0 - 6 ans)	1,5	0,000024	6	278	15	70	1E-05	VTR non disp.	0,2	VTR non disp.
Adultes (18 ans et +)	1,5	0,000063	70	278	70	70	1E-05	VTR non disp.	0,10	VTR non disp.
<b>Interprétation</b>	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés								< 0,2	< 1E-06
	Intervalle nécessitant une réflexion plus approfondie avant de s'engager dans un plan de gestio								0,2 - 5	1E-06 - 1E-04
	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages								> 5	> 1E-04

Tableau 18 – Milieu SOL : grille IEM – Incertitudes relatives au comportement des récepteurs

Ce paramétrage d'un cas d'exposition représentatif d'une population moins exposée conduit à des risques sanitaires moins importants, associé à une compatibilité certaine des usages.

▪ **Incertitudes relatives aux VTR :**

Pour les PCB, une VTR émise par l'ANSES est disponible et a été retenue.

Aucune incertitude relative à la VTR n'est retenue.

**Pour le plomb :**

▪ Incertitudes relatives aux teneurs dans les sols :

Les teneurs considérées sont représentatives des situations les plus exposantes (calcul à base de la teneur maximale de 130 mg/kg) ou de la situation moyenne (teneur moyenne). Etant donnée la variabilité des teneurs en plomb dans les sols, a priori d'origine géologique, des teneurs plus importantes ne peuvent être exclues.

Il est intéressant de noter que la teneur de 100 mg/kg par ailleurs retenue comme maximum pour limiter le saturnisme chez les enfants, conduit à une compatibilité certaine pour les adultes comme pour les enfants comme illustré ci-dessous.

Voie d'exposition unique : Ingestion de sols										
Paramètres	Milieu naturel	Comportement des récepteur					VTR des substances		Risque lié aux substances	
	Cs	Qs	T	Ef	P	Tm	à seuil d'effet	sans seuil d'effet	à seuil d'effet	sans seuil d'effet
<b>Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation</b>	Concentration de la substance dans le sol	Quantité journalière de sol ingérée	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Poids corporel	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	Quotient de Danger (QD)	Excès de risque individuel (ERI)
	Unité	mg/kg	kg/j	an	jour	kg	an	mg/kg/j	(mg/kg/j) <sup>-1</sup>	-
Substance	Mesure terrain (max.)	Données issues de bases de données					Données issues de bases de données		Calculs	
<b>Plomb</b>										
Enfants (0 - 6 ans)	100	0,000091	6	293	15	70	0,0036	0,0085	0,135	3,5E-07
Adultes (18 ans et +)	100	1E-04	70	293	70	70	0,0036	0,0085	0,031	9,4E-07
Interprétation	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés								< 0,2	< 1E-06
	Intervalle nécessitant une réflexion plus approfondie avant de s'engager dans un plan de ge								0,2 - 5	1E-06 - 1E-04
	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages								> 5	> 1E-04

▪ Incertitudes relatives aux VTR :

Il convient de noter la faible fiabilité de la VTR retenue : une unique VTR pour les effets sans seuils liés à l'ingestion chronique est disponible, établie par l'OEHHA, un organisme de fiabilité secondaire, selon la circulaire de la DGS de 2014.

Au final, aucune incertitude susceptible de modifier les conclusions des calculs de risques sanitaires n'est retenue.

**Pour le mercure :**

- Incertitudes relatives aux teneurs dans les sols : la teneur maximale retenue pour le mercure dans les sols est de 0,49 mg/kg, issue des mesures de terrain effectuées en étape 2 de l'étude de zone. Une incertitude doit être retenue sur la représentativité de cette teneur de la qualité des sols du Sud Grenoblois. En effet, la FRAPNA a transmis des résultats d'analyses de sols pouvant atteindre des niveaux nettement supérieurs (11,9 mg/kg au maximum), sans toutefois préciser le protocole ni de prélèvement, ni d'analyse. Par ailleurs, les teneurs acquises en étape 2 sont cohérentes avec celles transmises par les industriels comme illustré ci-dessous :

Etude	APORA 2017	CEZUS 2006 à 2011	ARKEMA 1996 à 2011	EXTRACTHI VE 2018	PAPETERIE 2009 à 2011	SITA REKEM 2006 à 2012	FRAPNA
<b>Min</b>	0,05	0,10	0,03	0,05	0,10	0,01	0,04
<b>Max</b>	0,5	1,4	2,9	1,5	1,2	0,4	11,3
<b>Moyenne</b>	0,2	0,3	0,6	0,3	0,3	0,1	0,8

Tableau 19 – Milieu SOL : substance Hg, synthèse des données

- Aux fins d'évaluer l'impact de l'incertitude identifiée, les calculs de risques sanitaires via la grille IEM ont été réalisés avec les données transmises par la FRAPNA : en l'absence d'information sur la localisation des prélèvements et donc leur représentativité de la qualité des sols à usage d'aire de jeux publique ou privé (jardin d'agrément, potager, etc.), il a été retenue le 95e percentile des teneurs mesurées en mercure dans les sols, hors données du site industriel ARKEMA. Comme illustré ci-dessous, le 95e percentile des teneurs en mercure dans les sols rapportées par la FRAPNA confirment la compatibilité des teneurs en mercure dans les sols avec les usages constatés.

Voie d'exposition unique : Ingestion de sols										
Paramètres	Milieu naturel	Comportement des récepteur					VTR des substances		Risque lié aux substances	
	Cs	Qs	T	Ef	P	Tm	à seuil d'effet	sans seuil d'effet	à seuil d'effet	sans seuil d'effet
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation	Concentration de la substance dans le sol	Quantité journalière de sol ingérée	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Poids corporel	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilée à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	Quotient de Danger (QD)	Excès de risque individuel (ERI)
	Unité	mg/kg	kg/j	an	jour	kg	an	mg/kg/j	(mg/kg/j) <sup>-1</sup>	-
Substance	Mesure terrain (max.)	Données issues de bases de données					Données issues de bases de données		Calculs	
<b>Mercure</b>										
Enfants (0 - 6 ans)	3,09	0,000091	6	330	15	70	0,0001	VTR non disp.	0,170	VTR non disp.
Adultes (18 ans et +)	3,09	9E-05	70	330	70	70	0,0001	VTR non disp.	0,036	VTR non disp.
Interprétation	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés								< 0,2	< 1E-06
	Intervalle nécessitant une réflexion plus approfondie avant de s'engager dans un plan de ge								0,2 - 5	1E-06 - 1E-04
	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages								> 5	> 1E-04

Tableau 20 – Milieu SOL : grille IEM – Teneur en mercure : percentile 95 des données transmises par la FRAPNA (hors ARKEMA)

Par suite, l'incertitude relative à la représentativité des mesures en mercure dans les sols lors de l'étape 2 de la qualité des sols du Sud Grenoblois ne remet pas en cause la conclusion tirée des calculs via la grille IEM : les teneurs en mercure sur le Sud Grenoblois sont compatibles avec les usages constatés.

## 2.5. CONCLUSION POUR LE MILIEU SOL

L'étude de compatibilité du milieu SOL avec ses usages (usages publics d'aire de jeux, d'école et privés de jardin d'agrément, résidentiel avec ou sans potager, etc.) conduit aux conclusions suivantes :

1. **Besoin d'une réflexion de type « plan de gestion complexe » en lien avec la présence des dioxines/PCB dans des zones résidentielles avec jardins, voire des potagers, situées à proximité des plateformes chimiques du Pont-de-Claix et de Jarrie. Cette réflexion sera proportionnée aux enjeux sanitaires liés à l'exposition des populations via l'ingestion de végétaux autoproduits dans ces potagers, comme détaillé dans la partie suivante « IEM pour le milieu VEGETAUX ».**

**Concernant les sols, le bilan est le suivant :**

- **dioxines/PCB de type dioxine (PCB-dl) :** la totalité des sols, quel que soit la localisation ou leur usage, présente des teneurs en dioxines/PCB-dl supérieures au bruit de fond naturel retenu entre 1 à 2 ng/kg, comme cela est couramment observé en milieu urbain.

La qualité des sols de la zone d'étude du Sud Grenoblois apparaît donc dégradée, avec toutefois une dégradation graduée (faible au droit des espaces collectifs habituellement fréquentés par des enfants, particulièrement marquée à proximité des plateformes du Pont-de-Claix et de Jarrie).

En l'absence de valeurs de gestion réglementaires de gestion française, un calcul de risque sanitaire (grille IEM) a été mené au stade de la présente IEM. Il met en évidence une situation localement préoccupante, pour les adultes, et plus encore pour les enfants, résidents à proximité des plateformes du Pont-de-Claix et de Jarrie.

En revanche, la qualité des sols de l'école Jean Moulin et de l'aire de jeux attenante, où les teneurs en dioxines et PCB-dl sont plus faible, est compatible avec sa fréquentation par de jeunes enfants (0 – 6 ans), malgré le comportement particulièrement exposant des enfants (main-bouche fréquent). De même, la majorité des sols de la zone d'étude du Sud Grenoblois présente des teneurs en dioxines et en PCB-dl cohérentes avec les teneurs usuellement mesurées en milieu urbain, et qui sont compatibles avec les usages accueillis.

Il convient de souligner que les populations exposées aux teneurs importantes en dioxines sont les mêmes que celles exposées au PCB-dl, ainsi qu'aux PCB-ndl évoqués ci-après.

- **PCB de type non dioxine (PCB non-dl) :** les teneurs en PCB indicateurs dans les sols dépassent systématiquement la valeur de bruit de fond naturel, établie à 0,002 mg/kg, avec une dégradation graduée de manière similaire à celle concernant les dioxines et PCB-dl.

En l'absence de valeurs de gestion réglementaires, le calcul de risque sanitaire mené au stade de la présente IEM conduit à conclure à une situation similaire à celle intéressant les dioxines, quoique moins aigüe à proximité des plateformes chimiques.

La situation sanitaire liée à la présence de sols dégradés par la présence de PCB non-dl est nettement moins préoccupante que celle liée aux dioxines.

2. **L'absence de mesures de gestion sanitaire requise pour les métaux, notamment :**

- **du plomb :** Les sols présentent des teneurs en plomb vraisemblablement naturelles et variables sur la zone d'étude du Sud Grenoblois, sans toutefois qu'une dégradation anthropique puisse être écartée. Les teneurs maximales atteintes de 130 mg/kg conduisent à des expositions des populations dépassant très légèrement le seuil de compatibilité certaine, loin du seuil d'incompatibilité avec les usages publics (aires de jeux/écoles) et privés (résidentiels avec ou sans jardin) ;

- **du mercure :** analysées sur plus d'une centaine de sols, les teneurs en mercure varient sur la zone d'étude du Sud Grenoblois, et sont plus élevées vers la plateforme chimique de Jarrie, laissant supposer outre le fond géochimique naturel une contribution industrielle. Au demeurant, les teneurs à proximité de la plateforme et a fortiori au-delà conduisent à des expositions des populations au niveau du seuil de compatibilité certaine avec les usages publics (aires de jeux/écoles) et privés (résidentiels avec ou sans jardin).

### 3. IEM POUR LE MILIEU VEGETAUX

#### 3.1. MILIEU VEGETAUX : DONNEES D'ENTREE

##### 3.1.1. Présentation des données disponibles

Pour le milieu VEGETAUX, les données considérées dans le cadre de la présente étape 3 de l'étude de zone sont listées ci-dessous.

**Matrice : VEGETAUX**

Commanditaire	Date	Localisation	Nature des données	Paramètres analysés	Données de phase 1 de l'EZ ?
SPPPY/ APORA	2019	Sud Grenoblois	Etude de Zone du Sud Grenoblois (38) – Diagnostic de l'état des milieux - Phase 2 Juillet 2019 (réf. : 8513723_R3V2)	POP : dioxines, PCB-dl, PCBi Hydrocarbure : HAP Métaux : Sb, Cr, Cu, Hg, Pb, V	non
CEZUS	2009-2011	Jarrie	campagnes de surveillance des végétaux (denrées alimentaires)	POP : dioxines Métaux : Sb, As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Hg, Ni, Pb, Tl, V, Zn	oui
INRA	1999	Sud Grenoblois	campagne menée sur les végétaux de la zone sud de l'unité urbaine grenobloise	chlore	oui

Tableau 21 – Milieu VEGETAUX : données disponibles

##### 3.1.2. Liste des substances d'intérêt

Les substances considérées d'intérêt au cours de chacune des étapes de l'étude de zone sont listées en annexe.

Lors de l'étape 1 de l'étude de zone, la liste des substances d'intérêt était constituée d'une unique substance, le plomb, puis elle a été complétée :

- lors de l'élaboration du programme d'investigations complémentaires par les substances d'intérêt des retombées atmosphériques ;
- et dans le cadre de la présente phase de l'étude par : le benzo(a)pyrène, seul HAP disposant de valeurs réglementaires de gestion dans les aliments et analysé en étape 2 de l'étude de zone.

Pour les végétaux, il en résulte donc que les familles des métaux, des polluants organiques persistants (POP) et des HAP sont retenues, comme indiqué dans le tableau ci-dessous.

cellules colorées : données disponibles avec teneurs quantifiées

1 : Rapport de Phase 1, ANTEA, 2014 - Ch.4 : Sélection des substances à intérêt

2 : Rapport de Phase 1, ANTEA, 2014 - Ch.5 : Propositions des investigations complémentaires

3 : CCTP pour la phase 2, BG, 2017 : Avis BG sur les inv compl

6 : Rapport de Phase 3, ARTELIA 2020 - Liste des substances pertinentes pour qualifier l'état des milieux et quantifier le risque

Famille	Substance	Matrice					
		Végétaux					
		1	2	3	4	5	6
Métaux et métalloïdes	Antimoine		v	O	A	R	E
	Chrome		v	O	A		E
	Cuivre			O	A	R	E
	Mercure		v	O	A	R	E
	Plomb	X		O	A	R	E
	Vanadium		v	O	A	R	E
POP	Dioxines/furanes		v	O	A	R	E
	PCB Dioxine-like			O	A	R	E
	PCB		v	O	A	R	E
	Benzo(a)anthracène		v	O		R	E
	Benzo(a)pyrène					R	E
HAP	Dibenzo(a,h)anthracène		v	O		R	E
	Naphtalène		v	O		R	E
	Fluoranthène		v	O		R	E
	Chrysène		v	O		R	E
Autres	indeno (123c) pyrène		v	O		R	E
	Chlore	X					E

Tableau 22 – Milieu VEGETAUX : Liste des substances d'intérêt

### 3.1.3. Sélection des données d'entrée

Pour rendre compte de la qualité du milieu VEGETAUX du Sud Grenoblois, les données disponibles dans les documents suivants pour chaque substance d'intérêt ont été utilisées :

#### Matrice : VEGETAUX

Commanditaire	Date	Localisation	Nature des données	Paramètres analysés
SPPPY/ APORA	2019	Sud Grenoblois	Etude de Zone du Sud Grenoblois (38) – Diagnostic de l'état des milieux - Phase 2 Juillet 2019 (réf. : 8513723_R3V2)	POP : dioxines, PCB-dl, PCBi Hydrocarbure : HAP Métaux : Sb, Cr, Cu, Hg, Pb, V

Tableau 23 – Milieu VEGETAUX : données utilisées

La méthodologie des prélèvements et les résultats obtenus sont présentés dans le rapport de l'étape 2, qui a fait l'objet d'une réunion publique réalisée le 17/06/2019. La phase de prélèvements de végétaux a été réalisée en prenant en compte les propriétaires qui avaient donné leur accord, les fruits et légumes disponibles et en quantités suffisantes (le laboratoire demandant a minima 1,2kg de matière fraîche). Il avait également été veillé à couvrir au maximum les différents types de légumes (légumes racines, légumes feuilles, légumes fruits et tubercules).

Les données agrégées sont présentées en annexe.

Les autres données disponibles concernent :

- l'étude de l'INRA qui a mis en évidence un impact du chlore sur le développement des végétaux (nécrose foliaire notamment), à partir de la teneur en chlore dans les tissus foliaires des pins sylvestres. Ces données ne concernent pas des végétaux rentrant dans l'alimentation.

Le chlore, bien que listée comme substance d'intérêt, n'a, par la suite, pas été retenu comme paramètre à rechercher lors de l'étape 2. Il ne dispose pas de données pour le milieu VEGETAUX (denrées alimentaires).

- La surveillance annuelle de la société CEZUS (dorénavant FRAMATOME) des effets de son installation sur les végétaux des jardins privés voisins. Ces données apparaissent pertinentes pour la présente phase de l'étude. Elles sont toutefois utilisées seulement à titre indicatif, et considérées de manière qualitative au stade de la synthèse de la comparaison aux valeurs repères. En effet, en application stricte de la méthodologie de l'étude de zone, il n'est pas possible de comparer les données acquises par CEZUS (dorénavant FRAMATOME) à la valeur réglementaire retenue car elle concerne les « teneurs maximales admissibles dans les denrées alimentaires » et les analyses ont porté sur un mélange de légumes fruits et feuilles de la plante correspondante (ex. tomate + feuille, aubergine + feuille).

## 3.2. MILIEU VEGETAUX : SELECTION DES VALEURS REPERES

### 3.2.1. Valeurs de bruits de fond disponibles

Pour chaque substance d'intérêt, les données de bruits de fonds ont été recherchées, n'ayant pas été identifiées lors de l'étape 1 de l'étude de zone.

Il a été identifié deux études de références relatives au bruit de fond dans les denrées alimentaires :

- Les Etudes de l'Alimentation Totale (EAT) réalisées par l'ANSES à l'échelle nationale, qui ont pour objectif de surveiller l'exposition des populations à des substances chimiques présentes dans les aliments. Cette étude mentionne des estimations de la teneur moyenne en contaminants inorganiques et minéraux dans différents types d'aliments dont les légumes. L'ANSES a synthétisé les données dans un rapport spécifique<sup>3</sup>.
- L'inventaire des données de bruits de fond dans l'air ambiant, l'air intérieur, les eaux de surface et les produits destinés à l'alimentation humaine en France<sup>4</sup>, diligenté par le ministère français de l'environnement.

Il est à noter que les données des Etudes de l'Alimentation Totale ont été menées sur les produits vendus dans le commerce, couvrant un large territoire puisqu'achetés dans une trentaine d'agglomérations sur l'ensemble du territoire métropolitain. De plus, le nombre élevé d'analyses (20 000 aliments) conduit à considérer le bruit de fond issu de ces études comme naturel, ou faiblement influencé par l'anthropisation. De plus, des valeurs sont disponibles pour chacune des substances recherchées dans le cadre de la présente étude.

Les valeurs des Etudes de l'Alimentation Totale (EAT) réalisées par l'ANSES ont donc été retenues comme valeurs de bruit de fond.

---

<sup>3</sup> Avis d'expertise ANSES, Juin 2011, saisine n° 2006-SA-0361

<sup>4</sup> Rapport du 10/04/2009, réf. : DRC – 08 – 94882 – 15772A

### 3.2.2. Valeurs de gestion réglementaires disponibles

Pour chaque substance d'intérêt, les valeurs réglementaires identifiées lors de l'étape 1 de l'étude ont été mises à jour, via notamment la consultation de la dernière version de la « Synthèse des valeurs réglementaires pour les substances chimiques, en vigueur dans l'eau, les denrées alimentaires et dans l'air en France » éditée par l'INERIS en mars 2018.

Ce document traite de toutes les familles de substances d'intérêt pour le milieu VEGETAUX, à l'exception des métaux où seul le plomb et le mercure sont toutefois traités.

Aussi, la recherche a été élargie aux réglementations européennes et internationales, ce qui a conduit à consulter les documents suivants :

- Recommandation de la commission du 11 septembre 2014 modifiant l'annexe de la recommandation 2013/711/UE sur la réduction de la présence de dioxines et de PCB dans les aliments pour animaux et les denrées alimentaires ;
- Codex Alimentarius, normes alimentaires internationales, OMS, 1995.

Les valeurs réglementaires synthétisées par l'INERIS en mars 2018 ont été retenues, les autres valeurs étant moins contraignantes, donc moins sécuritaires.

Une conversion des valeurs réglementaires a été opérée : elles sont données en unité de poids à l'état frais, tandis que les résultats d'analyse sont fournis en unité de matière sèche. Les bordereaux d'analyses mentionnent également le taux d'humidité des végétaux analysés, qui est en moyenne de 94%, permettant de convertir les valeurs réglementaires en unité de de matière sèche.

### 3.2.3. Valeurs de bruit de fond et de gestion réglementaires retenues

Le tableau ci-dessous présente les valeurs de bruit de fond et de gestion réglementaires retenues.

Familie	Paramètres	Valeurs de bruit de fond		Valeurs réglementaires		
		BdF 1	BdF 2	VR 1	VR 2	VR 3
		Estimation de la concentration des aliments (unité de poids frais (PF))	Bruit de fond des produits destinés à l'alimentation humaine Données : DGAL/INRA 2004 (moyenne en mg/kg PF de 198 éch. de légumes, 26 éch. de pdt, 79 éch. fruits)	Synthèse des valeurs réglementaires pour les substances chimiques, en vigueur dans l'eau, les denrées alimentaires et dans l'air en France au 31 décembre 2017	Seuil d'intervention	Taux indicatif pour réduire la contamination des denrées alimentaires par le Pb/Hg/Cd
	ANSES, 2011, <i>étude alimentation total française 2 (EAT2)</i>	Inventaire du 10 avril 2009, MEEDDAT	Rapport INERIS du 13/03/2018	CE n°1881/2006 du 19 décembre 2006	Résolution, Conseil de l'Europe du 02/10/96	
Dioxines et furanes, TEQ-OMS	ng/kg	0,004 (légumes hors pdt)	-	0,1 ng/kg PF (denrées alim. pour nourrissons et enfants - pas de valeurs pour adultes)	0,3 pg/g de poids à l'état frais (Fruits, légumes)	
PCB dioxine like, TEQ-OMS	ng/kg	0,002 (légumes hors pdt)	-	0,1 ng/kg PF (denrées alim. pour nourrissons et enfants - pas de valeurs pour adultes)		
PCB indicateurs	µg/kg	0,030 (légumes hors pdt)	-	1 µg/kg PF (denrées alim. pour nourrissons et enfants - pas de valeurs pour adultes)		
HAP	µg/kg	0,438 µg/kg (légumes) 0,829 µg/kg(pdt)	-	BaP : 1 µg/kg Somme benzo(a)pyrène, benz(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène et chrysène : 1 µg/kg  (Préparations à base de céréales et aliments pour bébés destinées aux nourrissons et enfants à bas âge)		
Antimoine	mg/kg	0,001 (légumes) 0,001 (pdt) 0,002 (fruits)	0,002 (légumes, pdt, fruits)			
Chrome	mg/kg	0,12 (légumes) 0,15 (pdt) 0,10 (fruits)	0,050 (légumes, pdt) 0,010 (fruits)			
Cuivre	mg/kg	0,66 (légumes) 0,85 (pdt) 0,64 (fruits)	0,89 (légumes) 0,94 (pdt) 0,65 (fruits)			
Mercure	mg/kg	0,005 (légumes) 0,005 (pdt) 0,005 (fruits)	0,005 (légumes) 0,007 (pdt) 0,003 (fruits)			
Plomb	mg/kg	0,008 (légumes) 0,005 (pdt) 0,005 (fruits)	0,015 (légumes) 0,005 (pdt) 0,010 (fruits)	0,1 (pour légumes et fruits sf ci-dessous) 0,05 (légumes fruits autre que maïs) 0,2 (pour légumineuses) 0,3 (pour légumes-feuilles, choux feuilles, céleri, céleri-rave, panais, salsifis, raifort)	0,1 (pour légumes et fruits sf ci-dessous) 0,05 (légumes fruits) 0,1 (pour légumineuses) 0,3 (pour légumes-feuilles)	
Vanadium (FM)	mg/kg	0,022 (légumes) 0,015 (pdt) 0,020 (fruits)	-			

Encadré en vert : les valeurs retenues

Tableau 24 – Milieu VEGETAUX : Synthèse des valeurs de bruits de fonds et de gestion réglementaires : disponibles et retenues

### 3.3. MILIEU VEGETAUX : COMPARAISON DES VALEURS MESUREES AUX VALEURS REPERES

#### 3.3.1. Comparaison aux valeurs repères par substance

Au vu de la disparité des limites de quantification, nettement plus hautes dans l'étude la surveillance réalisée par CEZUS (dorénavant FRAMATOME) que dans l'étape 2 de l'étude de zone et que les valeurs de bruit de fond et de gestion retenues, les analyses statistiques (moyenne, médiane, etc.) intègrent les données de l'étude la surveillance de l'ancien site de CEZUS (dorénavant FRAMATOME) uniquement quand le résultat est quantifié.

Pour chaque substance, la comparaison aux valeurs de bruit de fond et de gestion réglementaire retenues est présentée dans le tableau ci-après.

	TENEURS STATISTIQUES des DONNES de TERRAIN			TENEURS STATISTIQUES des DONNES de TERRAIN							VALEURS REPERES		COMPARAISON aux VALEURS REPERES									
											Nbre analyses	MIN.	MAX.	MED.	MOY.	PERC. 90	ECART TYPE	BRUIT DE FOND	VALEUR REGLEMENTAIRE	aux BDF	aux VR	CONCLUSION
																		Estimation de la concentration des aliments (unité de poids frais (PF))	Teneurs maximales pour les contaminants chimiques en France dans les denrées alimentaires destinées à l'homme (mg/kg de matière sèche, hypothèse humidité = 94%)			
Valeurs min, max, moyenne et médiane / zonage (à droite) Substances recherchées / unité / limite de quantification (en-dessous)																						
Dioxines et PCB dl	Dioxines/furanes, TEQ-OMS	ng/kg	0,02	9	<0,02	<b>2,46</b>	<b>0,03</b>	0,33	0,74	0,80	0,004 (légumes hors pdt)	1,7 ng/kg de MS (denrées alim. pour nourrissons et enfants - pas de valeurs pour adultes)	> BDF : JARRIE, CHAMP s/D, PDC Pas de données pour : CLAIX, ECHIROLLES, EYBENS, VIZILLE	cf. ci-dessous	Dégradation du milieu ? OUI Dépassement des VR ? OUI => réflexion approfondie à l'endroit de la voie ingestion de végétaux autoproduits							
	PCB dioxine like, TEQ-OMS	ng/kg		9	<0,01	<b>0,09</b>	<b>0,01</b>	0,03	0,08	0,03	0,002 (légumes hors pdt)		> BDF : JARRIE, CHAMP s/D, PDC Pas de données pour : CLAIX, ECHIROLLES, EYBENS, VIZILLE	cf. ci-dessous								
	TEQ-OMS total (limite supérieure, Dioxine + PCB dl)	ng/kg		9	<0,03	<b>2,55</b>	<b>0,06</b>	0,36	0,77	0,83	0,006 (légumes hors pdt)		cf. ci-dessus	< VR : JARRIE, CHAMP s/D, > VR : PdC Pas de données pour : CLAIX, ECHIROLLES, EYBENS, VIZILLE								
PCBi	PCB indicateurs	µg/kg		12	<0,3	<b>2,70</b>	<b>0,30</b>	0,63	1,41	0,74	0,030 (légumes hors pdt)	17 µg/kg MS (denrées alim. pour nourrissons et enfants - pas de valeurs pour adultes)	> BDF : JARRIE, CHAMP s/D, PDC Pas de données pour : CLAIX, ECHIROLLES, EYBENS, VIZILLE	< VR : JARRIE, CHAMP s/D,, PdC Pas de données pour : CLAIX, ECHIROLLES, EYBENS, VIZILLE	Dégradation du milieu ? OUI Dépassement des VR ? NON => Aucune action particulière à mettre en place							
METAUX	Antimoine	mg/kg	0,01	34	<0,01					0,001 (légumes) 0,001 (pdt) 0,002 (fruits)	-	Non conclusif : subst. non quantifiée mais LQ>BDF (CLAIX, ECHIROLLES, EYBENS, JARRIE, CHAMP s/D,, PDC, VIZILLE)	pas de VR disponible	Dégradation du milieu ? NON conclusif Dépassement des VR ? Pas de VR => grille IEM								
	Chrome	mg/kg	0,02	17	<0,02	<b>0,06</b>	<b>0,02</b>	0,03	0,05	0,01	0,12 (légumes) 0,15 (pdt) 0,10 (fruits)	-	< BDF : ECHIROLLES, EYBENS Pas de données pour : JARRIE, CHAMP s/D,, PDC, VIZILLE, CLAIX	pas de VR disponible	Dégradation du milieu ? NON Dépassement des VR ? Pas de VR => Aucune action particulière à mettre en place							
	Cuivre	mg/kg	0,2	4	0,37	<b>1,61</b>	<b>0,55</b>	0,77	1,29	0,57	0,66 (légumes) 0,85 (pdt) 0,64 (fruits)	-	> BDF : JARRIE, CHAMP s/D, Pas de données pour : ECHIROLLES, EYBENS, JARRIE, CHAMP s/D,, PDC, VIZILLE, CLAIX	pas de VR disponible	Dégradation du milieu ? OUI Dépassement des VR ? Pas de VR => grille IEM							
	Mercur	mg/kg	0,002	3	<0,002	<b>0,004</b>	<b>0,002</b>	0,003	0,004	0,001	0,005 (légumes) 0,005 (pdt) 0,005 (fruits)	-	< BDF : JARRIE, CHAMP s/D, Pas de données pour : ECHIROLLES, EYBENS, PDC, VIZILLE, CLAIX	pas de VR disponible	Dégradation du milieu ? NON Dépassement des VR ? Pas de VR => Aucune action particulière à mettre en place							
	Plomb	mg/kg	0,002	4	<0,002	<b>0,003</b>	<b>0,002</b>	0,002	0,003	0,001	0,008 (légumes) 0,005 (pdt) 0,005 (fruits)	1,7 (pour légumes et fruits sf ci-dessous) 0,8 (légumes fruits autre que maïs) 3,3 (pour légumineuses) 5,0 (pour légumes-feuilles, choux feuilles, céleri, céleri-rave, panais, salsifis, raifort)	< BDF : JARRIE, CHAMP s/D, Pas de données pour : ECHIROLLES, EYBENS, JARRIE, CHAMP s/D,, PDC, VIZILLE, CLAIX	< VR : JARRIE, CHAMP s/D,, PdC Pas de données pour : CLAIX, ECHIROLLES, EYBENS, VIZILLE	Dégradation du milieu ? NON Dépassement des VR ? NON => Aucune action particulière à mettre en place							
	Vanadium (FM)	mg/kg	0,005	17	<0,005	<b>0,011</b>	<b>0,005</b>	0,006	0,008	0,002	0,022 (légumes) 0,015 (pdt) 0,020 (fruits)	-	< BDF : CLAIX, PDC, VIZILLE Pas de données pour : ECHIROLLES, EYBENS, JARRIE, CHAMP s/D,	pas de VR disponible	Dégradation du milieu ? NON Dépassement des VR ? Pas de VR => Aucune action particulière à mettre en place							
HAP	Benzo(a)pyrène	mg/kg		3	<0,001					0,0004 (légumes) 0,0008 (pdt) mg/kg PF	0,017 mg/kg (Préparations à base d'aliments pour bébés destinées aux nourrissons et enfants à bas âge)	Non conclusif : subst. non quantifiée mais LQ>BDF (ECHIROLLES) Pas de données pour : EYBENS, JARRIE, CHAMP s/D,, PDC, VIZILLE, CLAIX	< VR (pour le BaP) : ECHIROLLES Pas de données pour : EYBENS, JARRIE, CHAMP s/D,, PDC, VIZILLE, CLAIX	Dégradation du milieu ? NON conclusif (LQ > BDF) Dépassement des VR ? NON => Aucune action particulière à mettre en place								
	Benzo(a)anthracène	mg/kg		3	<0,005																	
	Chrysène	mg/kg		3	<0,01	<0,01	sans objet															
	Dibenzo-(a,h)-Anthracene	mg/kg		3	<0	<0,01	sans objet															
	Fluoranthène	mg/kg		3	<0,01	<0,01	sans objet															
	Indeno-(1,2,3-cd)-Pyrene	mg/kg		3	<0,01	<0,01	sans objet															
Naphtalène	mg/kg		3	<0,02	<0,04	sans objet																

Tableau 25 – Milieu VEGETAUX : comparaison aux valeurs repères par substances

L'analyse des premiers éléments issus de la comparaison des données de terrain avec les bruits de fond et les valeurs réglementaires existantes, pour chaque substance montre les résultats suivants :

- DIOXINES et PCB dioxine-like :

Au total, 9 prélèvements de végétaux pour analyse des dioxines ont été effectués, réparties dans 3 jardins privés situés à proximité de chacune des plateformes chimiques : 2 jardins à proximité de la plateforme de Jarrie et 1 jardin du Pont-de-Claix.

- Sur les communes de **Jarrie et de Champ-sur-Drac**, les teneurs en dioxines et en PCB-dl dans les végétaux **dépassent quasi-systématiquement** les valeurs de bruit de fond associées aux dioxines et au PCB-dl, tout en **respectant la valeur réglementaire**.
- Sur la commune du **Pont-de-Claix**, parmi les 5 échantillons, les teneurs en dioxines et en PCB-dl dans les végétaux **dépassent systématiquement la valeur de bruit de fond et parfois la valeur réglementaire (1 sur 5 échantillons)**. Le dépassement de la valeur réglementaire intervient sur un seul type de végétaux, parmi les 5 prélevés sur ce même jardin, les choux, connus pour bioaccumuler les polluants. Il est à noter que ce jardin est régulièrement amendé avec un apport massif de cendre (environ 50 kg/an).

- PCB indicatifs (PCB-i) :

Au total, 12 prélèvements de végétaux pour analyse des PCB-i ont été effectués dans 4 jardins privés des communes accueillant les plateformes chimiques, de Jarrie et du Pont-de-Claix, et à proximité à Claix.

- Sur la commune de **Claix**, l'unique prélèvement réalisé conduit à une teneur non quantifiable, associée à une limite de quantification supérieure à la valeur de bruit de fond, mais **inférieure à la valeur réglementaire**.
- Sur la commune de **Jarrie, comme sur celle du Pont-de-Claix**, les teneurs en PCB-i dans les végétaux **dépassent** la valeur de bruit de fond, mais **respecte la valeur réglementaire**.

- METAUX :

- Antimoine

L'antimoine n'est quantifié sur aucun des 34 prélèvements de végétaux réalisés.

**Cependant la limite de quantification est systématiquement supérieure au bruit de fond et aucune valeur réglementaire n'existe, ne permettant pas de conclure sur la dégradation de l'environnement par cette substance.**

- Chrome

Le chrome a été recherché sur les communes d'Echirrolles et d'Eybens, où 17 prélèvements ont été effectués. Tous les résultats quantifiables **respectent la valeur de bruit de fond**.

**Aucune valeur réglementaire n'est disponible.**

- Cuivre

Le cuivre a été recherché sur les communes de Jarrie et Champ-sur-Drac, où 4 prélèvements ont été effectués dont l'un **dépasse la valeur de bruit de fond**.

**Aucune valeur réglementaire n'est disponible.**

- Mercur

Le mercure a été recherché sur les communes de Jarrie et Champ-sur-Drac, où 3 prélèvements ont été effectués. Un seul résultat est quantifiable : la teneur **respecte la valeur de bruit de fond**.

**Aucune valeur réglementaire n'est disponible.**

➤ Plomb

Le plomb a été recherché sur les communes de Jarrie et Champ-sur-Drac, où 4 prélèvements ont été effectués. Un seul résultat est quantifiable : la teneur **respecte la valeur de bruit de fond et la valeur réglementaire**.

➤ Vanadium

Le vanadium a été recherché sur les communes de Claix, du Pont-de-Claix et de Vizille, où 17 prélèvements ont été effectués. **Toutes les teneurs respectent la valeur de bruit de fond**.

**Aucune valeur réglementaire n'est disponible.**

• HAP :

Les HAP ont été recherchés sur la commune d'Echirolles, où 3 prélèvements ont été effectués, conduisant à des résultats non quantifiables pour l'ensemble des 7 HAP analysés.

Toutefois, les valeurs de bruit de fond (0,4 et 0,8 µg/kg pour les légumes et les pommes de terre respectivement) sont inférieures aux limites de quantification du laboratoire, empêchant de conclure sur l'existence ou non d'une dégradation du milieu végétal par les HAP.

En revanche, la comparaison aux valeurs réglementaires, plus élevées que les valeurs de bruit de fond, permet d'observer que **les teneurs en HAP dans les végétaux respectent la valeur réglementaire**.

En résumé :

- **Dioxines** : sur les communes de Jarrie et Champ-sur-Drac comme sur celles du Pont-de-Claix et de Claix, les teneurs en dioxines dans les végétaux dépassent la valeur de bruit de fond, mais respecte la valeur réglementaire, à l'exception d'une espèce de végétaux, les choux, parmi les 5 prélevés sur un même jardin, régulièrement amendé avec un apport massif de cendre (plusieurs dizaine de kilos par an). Par ailleurs, il convient de noter qu'à partir des données de terrain disponibles, il n'est pas possible de connaître l'origine exacte des substances quantifiées dans les végétaux, entre : l'adsorption à partir du sol, l'adsorption foliaire de dépôts atmosphériques et le dépôt atmosphérique non évacué lors de la préparation des végétaux par lavage à l'eau.
- **PCB de type dioxines et indicateurs** : quantifiées environ 1 fois sur 2 analyses de végétaux, les teneurs dépassent les valeurs de bruit de fond et réglementaires sur les trois communes diagnostiquées en 2019 lors de l'étape 2, à savoir Jarrie, Champ-sur-Drac et Le Pont-de-Claix. Les PCB indicateurs étant d'origine anthropique, il apparaît donc une dégradation localisée de la qualité naturelle de l'environnement, qui au demeurant, respecte les seuils réglementaires considérés.
- **Métaux** :
  - **Antimoine** : cette substance n'a pas été quantifiée dans les végétaux en laboratoire, mais la limite de quantification est supérieure à la valeur de bruit de fond, ne permettant pas de conclure sur la dégradation de l'environnement. Aucune valeur réglementaire n'est disponible.
  - **Chrome, mercure, plomb, vanadium** : ces substances sont quantifiées à des niveaux respectant les valeurs de bruits de fond, malgré les dépassements des valeurs de bruits de fond, localement observés des teneurs dans les sols.
  - **Cuivre** : le cuivre, comme attendu est systématiquement quantifié dans les végétaux mais respecte la valeur de bruit de fond excepté pour l'un des 4 prélèvements de végétaux analysés, constitué de pommes de terre. Cette teneur peut être liée au traitement à base de sulfate de cuivre, utilisé dans la lutte contre le mildiou attaquant les pieds de pommes de terre.

- **HAP** : sur les 7 HAP qui ont été recherchés dont les deux plus toxiques (benzo(a)pyrène et dibenzo(a,h)anthracène) aucun n'a été quantifié.  
Pour tous les HAP, bien que la limite de quantification du laboratoire soit supérieure à la valeur de bruit de fond, la valeur réglementaire retenue est respectée.

### 3.3.2. Synthèse de la comparaison des valeurs mesurées aux valeurs repères

En application du logigramme propre à la méthodologie d'une étude de zone, il convient de poursuivre la réflexion comme suit :

- **Pour les polluants organiques persistants (POP : dioxines, PCB-dl, PCBi) :**
  - ⇒ Au droit des trois communes diagnostiquées de Jarrie, de Champ-sur-Drac et du Pont-de-Claix, une dégradation de la qualité des végétaux est nettement observée, sans toutefois conduire à un dépassement des valeurs de gestion réglementaires, hormis au droit d'un jardin massivement amendé de cendres (plusieurs dizaines de kilos par an) et ce pour une unique espèce (type feuille) parmi les 5 végétaux prélevés et analysés séparément.
- **Pour l'antimoine** (métalloïde polymorphe toxique), bien que non quantifié, la limite de quantification étant supérieure aux valeurs repères disponible (bruit de fond uniquement), le recours à la grille IEM s'avère nécessaire.
- **Pour le cuivre**, une teneur dépasse les valeurs repères, rendant nécessaire la poursuite de la réflexion. En premier lieu, la substance sera introduite dans l'outil de la grille IEM.
- **Pour les autres métaux, le chrome, le mercure, le plomb et le vanadium**, les teneurs dans les végétaux analysés respectent les valeurs repères : aucune action spécifique n'est requise.
- **Pour les HAP**, en raison du dépassement des valeurs de bruit de fond par les limites de quantification, il n'est pas possible de conclure sur une éventuelle dégradation du milieu. Cependant, tous respectent les valeurs réglementaires, y compris les deux HAP les plus toxiques, le benzo(a)pyrène et le dibenzo(a,h)anthracène : . aucune action spécifique n'est requise.

## 3.4. MILIEU VEGETAUX : CALCUL D'INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX

### 3.4.1. Scénarios évalués

En application du schéma conceptuel, la voie d'exposition d'une population fictive type aux substances par ingestion de végétaux autoproduits est considérée et déclinée en scénarios.

- Scénario 1 : enfants 0-6 ans habitant dans une résidence avec jardin potager.
- Scénario 2 : adultes habitant dans une résidence avec jardin potager.

### 3.4.2. Concentrations retenues pour les calculs

Pour les substances précédemment identifiées, la méthodologie de sélection des teneurs associées a été la suivante :

- Prise en compte de tous les résultats d'analyses des végétaux de la campagne de prélèvement de l'étape 2 de l'étude de Zone (ARTELIA, 2017). Les données de la surveillance effectuée par anciennement la société CEZUS (dorénavant FRAMATOME) n'ont pas été considérées.
- Pour chaque catégorie de végétaux (fruits, légumes-fruits, légumes-feuilles, tubercules), sélection de la teneur maximale, en première approche.
- Lorsque la substance n'a pas été quantifiée, la limite de quantification est renseignée comme concentration retenue (cas de l'antimoine).

### 3.4.3. Paramètres d'exposition retenus

Les paramètres d'exposition spécifique à cette voie d'exposition et devant être renseignés pour le calcul des risques sanitaires.

Les données renseignées pour ces paramètres sont tirées du travail de compilation et de traitement de données bibliographiques (dont Ciblex, les études INCA de l'ANSES, etc.) réalisé par l'INERIS, présenté dans le document INERIS, édité en 2015, intitulé « Paramètres d'exposition de l'Homme au logiciel MODUL'ERS » (réf. DRC-14-141968-11173A).

Selon une démarche sécuritaire, les scénarios d'exposition les plus pénalisants sont étudiés en première approche, appuyés sur l'hypothèse suivante :

- Pour les enfants de 0 à 6 ans, il existe 3 jeux de données de quantités ingérées (catégorie 0-1, 1-3 et 3-6ans). Selon une démarche sécuritaire, les quantités de la catégorie 3-6 ans ont été sélectionnées, correspondant aux plus grosses quantités de végétaux (légumes et fruits).

Les autres paramètres (nombre de jour d'exposition théorique annuel, durée d'exposition théorique, poids corporel) s'appuient sur le paramétrage présentés pour le milieu SOL.

### 3.4.4. Relations dose-réponse : valeurs toxicologiques de références

Les différentes VTR disponibles sont présentées dans le tableau ci-dessous, ainsi que les VTR retenues.

Toxicologie										
Famille	Substances	n° CAS	Màj données INERIS	Effets à seuil / sans seuil	Source	Année de révision	Valeur de référence	Unité	VTR retenues	Justification du choix de VTR
METAUX	Antimoine	7440-36-0	06/11/2019	nc	OMS	2003	6,0E-03	mg/kg/j	X	Application DGS 2014 / Choix ANSES
					RIVM	2009	6,0E-03	mg/kg/j		
					USEPA	1987	4,0E-04	mg/kg/j		
	Cuivre	7440-50-8	13/04/2018	nc	RIVM	2001	1,4E-01	mg/kg/j		
					Santé Canada	2010	1,4E-01	mg/kg/j	X	Application DGS 2014 (pas d'avis INERIS)

Tableau 26 – Milieu VEGETAUX : VTR disponibles et sélectionnées

### 3.4.5. Grille IEM de calcul des risques sanitaires

#### 3.4.5.1. Présentation des résultats des calculs de risques sanitaires

Pour la voie d'exposition « ingestion de végétaux auto-produits », la grille IEM de calcul des risques sanitaires substance par substance est présentée page suivante.

Voie d'exposition unique : Ingestion de végétaux																				
Facteurs de l'équation :	C1fr	Cfr	C1fe	Ctub	Q1fr	Qfr	Q1fe	Qtub	A1fr	Afr	A1fe	Atub	Ef	T	P	Tm	VTR		Risque	
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation	Concentration de la substance dans les LEGUMES FRUITS	Concentration de la substance dans les FRUITS	Concentration de la substance dans les LEGUMES FEUILLE	Concentration de la substance dans les LEGUMES TUBERCULE	Quantité de LEGUMES FRUITS ingérées	Quantité de FRUITS ingérés	Quantité de LEGUMES FEUILLE ingérées	Quantité de LEGUMES TUBERCULE ingérées	Pourcentage d'autoproduction de LEGUMES FRUITS ingérés	Pourcentage d'autoproduction de FRUITS ingérés	Pourcentage d'autoproduction de LEGUMES FEUILLE ingérés	Pourcentage d'autoproduction de LEGUMES TUBERCULE ingérés	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Durée d'exposition théorique	Poids corporel	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière,	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	Quotient de Danger (QD)	Excès de risque individuel (ERI)
	Unité	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	kg/j	kg/j	kg/j	kg/j	%	%	%	%	jour	an	kg	an	mg/kg/j	(mg/kg/j) <sup>-1</sup>	-
Substance	Mesures max de terrain				Données issues de bases de données				données				Données issues de bases de données				de données		Calculs	
<b>Antimoine</b>																				
Enfants (< 6 ans)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,066	0,09	0,0076	0,046	0,1	0,25	0,25	0,25	330	6	15	70	6E-03	VTR non disp.	0,004	-
Adultes (> 17 ans)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,11	0,16	0,024	0,058	0,1	0,25	0,25	0,25	330	70	70	70	6E-03		0,002	-
<b>Cuivre</b>																				
Enfants (< 6 ans)	0,544	0,550	0,000	1,610	0,066	0,090	0,008	0,046	0,1	0,25	0,25	0,25	330	6	15	70	0,141	VTR non disp.	0,01	-
Adultes (> 17 ans)	0,544	0,55	0	1,61	0,11	0,16	0,024	0,058	0,1	0,25	0,25	0,25	330	70	70	70	0,141		0,005	-
<b>Interprétation</b>	<b>L'état des milieux est compatible avec les usages constatés</b>																< 0,2	< 1E-06		
	<b>Intervalle nécessitant une réflexion plus approfondie avant de s'engager dans un plan</b>																0,2 - 5	1E-06 - 1E-04		
	<b>L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages</b>																> 5	> 1E-04		

Tableau 27 – Milieu VÉGÉTAUX : grille IEM

### 3.4.5.2. Interprétation des résultats des calculs de risques sanitaires

Les calculs de risques sanitaires ont été menés pour chaque substance en considérant le cas le plus exposant des populations, enfants et adultes, exposés aux teneurs maximales quantifiées.

Dans le cadre de l'IEM classique ou d'une étude de zone, les résultats des calculs de l'IEM sont interprétés selon 3 intervalles de gestion, parmi lesquels les substances d'intérêt pour le milieu végétal peuvent être ainsi catégorisées :

- L'état du milieu VEGETAUX est compatible avec l'usage de potager pour les substances suivantes :
  - Métaux (antimoine et cuivre) : les niveaux de risques calculés pour les effets avec et sans seuils (cancérogènes) respectent largement les seuils de gestion des risques dans le cadre d'une IEM. Aucune incertitude n'est retenue. Au demeurant, il convient de considérer que l'unique teneur en cuivre dépassant les valeurs repères peut provenir de l'usage de préparations à base de cuivre qui fait l'objet d'évaluation par les autorités européennes responsables de leur mise sur le marché.
- Aucune substance analysée dans le cadre de l'étape de la grille IEM ne nécessite de réflexion plus approfondie ou n'apparaît incompatible avec ses usages.

Ces conclusions sont valables tant pour les adultes que les enfants s'autoalimentant en partie via leur potager pour les substances évaluées dans le cadre de la grille IEM.

### 3.5. CONCLUSION POUR LE MILIEU VEGETAUX

L'étude de compatibilité de l'usage du milieu VEGETAUX, conduit aux conclusions suivantes :

- Parmi les 17 substances d'intérêt sélectionnées à l'issue de l'étape 1 de l'étude de zone à savoir les POP (dioxines, PCB de type dioxine et indicateur), les métaux et les HAP, les données acquises lors de l'étape 2 de collecte d'échantillons sur le terrain, comparées aux valeurs repères (bruit de fond et seuils réglementaires) conduit à considérer :
  - Le respect des valeurs de bruit de fond en métaux dans les végétaux, malgré les dépassements observés dans les sols pour le mercure et le plomb.
  - La dégradation de la qualité de ce milieu pour les **dioxines, PCB de type dioxine et autres**, probablement en lien avec la dégradation observée des sols, bien qu'il ne soit pas possible de connaître l'origine et la proportion des substances quantifiées dans les végétaux, entre : l'adsorption à partir du sol, l'adsorption foliaire de dépôts atmosphériques et le dépôt atmosphérique non évacué lors de la préparation des végétaux par lavage à l'eau.
  - Il est suspecté par ailleurs que l'usage de traitement anti-mildiou à base de sulfate de cuivre soit à l'origine de teneur dépassant ponctuellement la valeur de bruit de fond naturel pour le cuivre.
  - Le respect des valeurs réglementaires pour les **dioxines, PCB de type dioxine et autres**, sur les communes de Jarrie et Champ-sur-Drac comme sur celles du Pont-de-Claix et de Claix, à l'exception d'un échantillon sur les 9 prélevés, correspondant à un chou. Le chou a été prélevé avec 4 autres types de végétaux sur un même jardin, qui eux, respectent la valeur réglementaire. La vérification du respect de la valeur réglementaire par la somme des **dioxines et PCB de type dioxine** dans les végétaux permet d'écartier tout risque sanitaires pour les propriétaires, excepté à l'endroit du jardin où le chou avec 4 autres types de végétaux a été prélevé (1 espèce sur 5 ne respecte pas la valeur réglementaire). Ce jardin est massivement amendé par des cendres, source connue de dioxines notamment en cas d'incinération de déchets de bois (emballage, bois peints, etc.). Une réflexion approfondie doit être menée sur l'usage des cendres dans les jardins privés (ex. communication auprès des jardiniers, etc.).

Une incertitude quant à la représentativité des prélèvements réalisés sur les végétaux (vérification de la teneur en polluants dans les végétaux) par rapport à la situation globale sur la zone d'étude du Sud Grenoblois est toutefois retenue en raison du faible jeu de données disponibles mais néanmoins représentatif de la variabilité des teneurs en dioxines dans les sols (prélèvements de végétaux dans 3 jardins présentant des teneurs en dioxines entre 25 et 1310 ng ITEQ/kg).
  - Le respect des valeurs réglementaires pour les HAP analysés, qui ne sont pas quantifiés.
- Il existe une incertitude à l'endroit des valeurs réglementaires considérées pour les POP, qui sont applicables aux denrées alimentaires pour nourrissons et enfants - pas de valeurs pour adultes - retenues en l'absence d'autres valeurs pertinentes.

## 4. IEM POUR LE MILIEU AIR AMBIANT EXTERIEUR

### 4.1. MILIEU AIR AMBIANT EXTERIEUR : DONNEES D'ENTREE

#### 4.1.1. Présentation des données disponibles

Pour le milieu AIR AMBIANT EXTERIEUR, les études et données brutes considérées dans le cadre de la présente étape3 de l'étude de zone sont listées page suivante et proviennent globalement :

- Données issues de l'étape 1 de l'étude de zone ;
- Données nouvellement acquises par ATMO AURA (étude de 2015-2016 sur sites mobiles) et mises à jour des suivis des 4 sites fixes ATMO AURA, entre 2011 et 2020 ;
- Données nouvellement acquises par les industriels.

**Matrice : AIR AMBIANT**

N° de ref	Prestataire	Nom de l'étude	Localisation	Date	Mentionné rapport phase 1	Mise à jour	Lien vers le rapport	Données quantitatives exploitées en
A	ATMO RA	Cartographie de proximité 2010 - Rapport 1 - Bilan des mesures 2009 et 2010	Champagnier	2009	oui	s/o	Rapport cartoprox : <a href="http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/652011">http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/652011</a>	NON
B		3 zones rhônalpines sous l'œil des experts de la qualité de l'air et de la santé	Echirolles Pont-de-Claix Jarrie	2008	oui	s/o	Rapport AASQA - Volet Air <a href="http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/649411">http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/649411</a> Rapport CIRE - Volet Santé <a href="http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/649412">http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/649412</a>	NON
C		Qualité de l'air en 2011 sur le tracé de la future extension du tram E au sud de l'agglomération	Echirolles	2010-2011	oui	s/o	<a href="http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/684117">http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/684117</a>	NON
D		Etude de traceurs de combustion de la biomasse autour de 3 chaufferies bois : Saint-Etienne (Montreynaud, 42), Vénissieux (Minguettes, 69), Grenoble (Villeneuve-Echirolles, 38)	Echirolles	2009	oui	s/o	<a href="http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/651761">http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/651761</a>	NON
E		Qualité de l'air à proximité des stations service - étude sur 4 stations de l'agglomération grenobloise	Echirolles	2011	oui	s/o	<a href="http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/653621">http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/653621</a>	NON
F		Suivis des émissions de mercure (Jarrie 2011)	Jarrie	2011	oui	non	Bilan surveillance mesure (2011 Jarrie) : <a href="http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/685618">http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/685618</a>	NON
G		Surveillance des métaux lourds et dioxines	Champ-sur-Drac, Jarrie, Le-Pont-de-Claix	Mesure annuelle	oui	non	Rapport 2008-2009 : <a href="http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/652805">http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/652805</a> Rapport 2010-2011 : <a href="http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/685353">http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/685353</a>	NON
H		Surveillance du Mercure Gazeux sur la région Rhône-Alpes (2010)	Jarrie	2006-2010	oui	s/o	PSQA - Surveillance du Mercure Gazeux en Rhône-Alpes de 2006 à 2010: <a href="http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/652014">http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/652014</a>	NON
I		Etat des concentrations de PCB dans l'air et les retombées atmosphériques	Pont-de-Claix, Jarrie	2008	oui	s/o	<a href="http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/telecharger/651076">http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/telecharger/651076</a>	NON
J		le suivi des stations de surveillance de la qualité de l'air par Air Rhône-Alpes	Stations fixes : Frênes, Rondeau, Champ sur Drac et Vif	2009-2011	oui	jusqu'en 2020	non précisé	OUI
K	AUTRE	Etude de la faculté de Grenoble sur le suivi du mercure via les lichens	Sud Grenoblois	2010	oui	s/o	non précisé	NON
L		Campagnes de surveillance des dioxines/furanes/métaux 2008 à 2011 : Jarrie, Pont-de-Claix	Jarrie, Pont-de-Claix	2008-2011	oui	non	non précisé	NON
M	INDUSTRIELS	Auto-surveillance du mercure dans l'air réalisée par la société Arkema	Jarrie	2009-2011	oui	non	Analyse du mercure dans les sols (1996 à 2011)	NON
N		Etude menée par VICAT sur la qualité de l'air en 2010	Sud Grenoblois	2010	oui	s/o	non précisé	NON
O		Etudes sanitaires et modélisations atmosphériques réalisées par les industriels	Sud Grenoblois	divers	oui	s/o	non précisé	NON
P		Emissions atmosphériques des industriels : SMAG, GME (centrale enrobage), AVERY DENNISON, CCIAG (chaufferie), VICAT, AIR LIQUIDE, RSA, ARKEMA, CEZUS, ISOCHEM, Vencorex, SITA Rekem, Novacid, SOLVAY, CATERPILLAR	Sud Grenoblois	2009-2011	oui	*	Annexe 1 du rapport de phase 1	NON
		Emissions atmosphériques des usages résidentiels et tertiaires, trafic routier, agriculture et sylviculture	Sud Grenoblois	2010	oui	non	Annexe 1 du rapport de phase 1	NON
Q	ATMO AURA	Etude de Zone du Sud Grenoblois Résultats des campagnes de mesures réalisées en 2015 et 2016 par ATMO Auvergne-Rhône-Alpes	Sud Grenoblois	juil-19	non	s/o	<a href="https://www.atmo-auvergnerrhonealpes.fr/sites/ra/files/atoms/files/rapport_ez_sud_grenoblois_2015-2016-vfinale-partie-resultats_0.pdf">https://www.atmo-auvergnerrhonealpes.fr/sites/ra/files/atoms/files/rapport_ez_sud_grenoblois_2015-2016-vfinale-partie-resultats_0.pdf</a>	OUI
R	ATMO AURA	Programme de surveillance des Dioxines, Furanes & Métaux lourds Bilan 2015-2016	Sud Grenoblois	2017	non	s/o	<a href="https://www.atmo-auvergnerrhonealpes.fr/sites/ra/files/atoms/files/surveillance_dioxines_métaux_lourds-synthese_2015-2016_0.pdf">https://www.atmo-auvergnerrhonealpes.fr/sites/ra/files/atoms/files/surveillance_dioxines_métaux_lourds-synthese_2015-2016_0.pdf</a>	OUI

\* mise à jour pour les industriels suivants : CAPTERPILLAR (jusqu'en 2017), AIR LIQUIDE (2016-2018), ARKEMA (2015 - 2018), FRAMATOME (2015 - 2018), SUEZ (2017-2018), GME (2019), VENCOREX (2013-2018)

en bleu : rapport consulté

Tableau 28 –milieu AIR AMBIANT EXTERIEUR : Données disponibles

#### 4.1.2. Liste des substances d'intérêt

Les substances considérées d'intérêt au cours de chacune des étapes de l'étude de zone sont listées en annexe, ainsi que leur sélection opérée selon le processus précédemment exposé.

Pour le milieu AIR AMBIANT EXTERIEUR, les familles des métaux, HAP, COV et POP sont retenues comme substances d'intérêt.

Les substances d'intérêt retenues lors de l'étape 1 de l'étude de zone ont été en majorité étudiées, excepté les substances suivantes, pour lesquelles aucune donnée quantitative n'était disponible :

- Métaux : Sélénium.
- COHV : chlorobenzène, chloroéthane, chlorométhane.
- HAP : acénaphène, fluorène, phénanthrène, pyrène.
- Autres : Monoxyde de carbone, HCl.

cellules colorées : données disponibles avec teneurs quantifiées d'après l'étude de phase 1

1: Rapport de Phase 1, ANTEA, 2014 - Ch. 4 : Sélection des substances à intérêt

2: Rapport de Phase 1, ANTEA, 2014 - Ch. 5 : Propositions des investigations complémentaires

3: CCTP pour la phase 2, BG, 2017 : Avis BG sur les inv compl

4: CCTP pour la phase 2, BG, 2017 : Avis Comité de Pilotage sur les inv compl

5: Rapport de Phase 2, ARTELIA, 2018 - Paramètres recherchés

6: Rapport de Phase 3, ARTELIA 2020 - Liste des substances pertinentes pour qualifier l'état des milieux et quantifier le risque

Familie	Substance	Matrice				E	
		Air					
		1	2	3	6		
Poussières	Poussières PM10	X	v	Non revu par BG	E		
	Poussières PM 2.5	X	v		E		
Oxydes	Monoxyde de carbone	X			-		
	Ozone	X			E		
	SO <sub>x</sub>	X			E		
	NO <sub>x</sub>	X	v		E		
	Antimoine	X			E		
	Arsenic	X	v		E		
Métaux et métalloïdes	Cadmium	X			E		
	Cobalt	X	v		E		
	Chrome VI	X			-		
	Cuivre	X	v		E		
	Mercury	X			E		
	Manganèse	X			E		
	Nickel	X			E		
	Plomb	X			E		
	Sélénium	X			-		
	Vanadium	X	v		E		
	POP	Dioxines/furanes	X		v	E	
		PCB Dioxine-like	X			E	
PCB		X		E			
COHV	1,2-dichloroéthane	X		E			
	1,2-dichloroéthylène		v	E			
	Chlorure de benzyle	X		-			
	Chlorobenzène	X		E			
	Tétrachlorure de carbone	X		E			
	Chloroéthane	X		-			
	Chlorométhane	X		-			
	Dichlorométhane	X		E			
HC	Tétrachloroéthylène (PCE)	X		E			
	1,3-Butadiène	X		E			
HAP	Acénaphène	X		-			
	Benzo(a)anthracène	X		E			
	Benzo(a)pyrène	X		E			
	Dibenzo(a,h)anthracène	X		E			
	Naphtalène	X		E			
	Fluorène	X		-			
	Phénanthrène	X		-			
BTEX	Pyrène	X		-			
	Benzène	X	v	E			
	Ethylbenzène	X		E			
	Toluène	X		E			
Aldéhydes	HCl	X		-			
	Formaldéhyde	X	v	E			
	Acétaldéhyde	X		E			
	Acroléine	X	v	E			

Tableau 29 – Milieu AIR AMBIANT EXTERIEUR : Liste des substances d'intérêt

### 4.1.3. Sélection des données d'entrée

Parmi les données disponibles, il a été sélectionné les données quantitatives issues des dispositifs de surveillance d'ATMO AURA, l'observatoire agréé par le Ministère de la Transition écologique et solidaire, pour la surveillance et l'information sur la qualité de l'air en Auvergne-Rhône-Alpes. Ainsi, pour chaque (famille de) substance(s) d'intérêt, les données suivantes ont été utilisées :

- Poussières et oxydes : Suivi des 4 stations de surveillance de la qualité de l'air par Air Rhône-Alpes, mise à jour de 2009 à 2020.
- POP (polluants organiques persistants) :
  - Dioxines : données de surveillance d'ATMO AURA entre 2009 et 2017 sur 7 stations. Ces données intègrent en grande partie les données des rapports mentionnés en étape 1 de surveillance de la qualité de l'air ambiant par ATMO AURA, programme mis en place depuis 2006, en partenariat avec des établissements industriels ainsi qu'avec la DREAL et l'ARS (réf. G) ;
  - PCB (dl et i) : le rapport de l'étape 1 mentionne une seule étude relative aux PCB. Il s'agit de l'étude ATMO AURA intitulée « Etat des concentrations de PCB dans l'air et les retombées atmosphériques » (ref I), réalisée en 2008. Aucune nouvelle campagne n'est disponible auprès d'ATMO AURA.
- Métaux : des données d'ATMO AURA sont disponibles pour 6 stations du Sud Grenoblois, augmenté de 2 stations en zone urbaine (centre Lyonnais et 7e arrondissement (Gerland)) à titre comparatif et 1 station en Drôme rurale, associée au bruit de fond naturel.  
*Remarque : Le chrome, sous sa spéciation chrome VI, est listé comme substance d'intérêt, mais seul le chrome total a été analysé par ATMO AURA et a donc été étudié.*
- COV, hors HAP : données d'ATMO AURA 2015-2016 sur des prélèvements à partir de tubes et/ou de canisters.  
*Remarque : pour chaque substance, lorsque des données sont quantifiées à partir des supports de prélèvements sur tube et sur canister, les données sur tube sont considérées, étant donnée la durée supérieure de prélèvement sur tube (1 semaine) par rapport au prélèvement en canister (24h).*
- HAP / Aldéhydes : données de surveillance d'ATMO AURA entre 2007 et 2019 sur la station urbaine de Grenoble Les Frênes.  
*Remarque : cette station urbaine de Grenoble Les Frênes n'est pas située sur les communes de la zone d'étude du Sud Grenoblois, mais à leur limite, comme localisé sur la figure 3. Les données de cette station ont été retenues en l'absence d'autres données disponibles sur la zone d'étude.*

Globalement, les poussières et oxydes, étant réglementés, sont suivis sur 4 stations fixes. Les dioxines, les HAP et les aldéhydes sont également suivis régulièrement et depuis longtemps par ATMO AURA sur plusieurs sites dans le cas des dioxines et sur un seul site dans le cas des HAP/aldéhydes (suivis sur la station Grenoble les Frênes). Quant aux autres familles de polluants (métaux, COV), ils ont été mesurés lors de la campagne sur sites mobiles réalisée en 2015-2016.

Il est à noter que les données disponibles pour les retombées atmosphériques (métaux et dioxines) n'ont pas été étudiées n'étant pas un milieu d'exposition des populations direct mais indirect. Dans la présente partie, seules les données disponibles pour les aérosols, correspondant à la qualité de l'Air Ambiant Extérieur, ont été étudiées. Les données disponibles pour les retombées atmosphériques ont été étudiées de manière qualitative lors de la recherche des émetteurs potentiels.

A partir de ces données brutes, il a été établi des teneurs moyennes dans l'air de la zone d'étude du Sud Grenoblois, à l'instar de la démarche précédemment adoptée lors de l'évaluation des risques sanitaires associés à l'inhalation de composés organiques volatiles, métaux lourds et hydrocarbures aromatiques polycycliques autour de 3 zones multi-émettrices en Rhône-Alpes (2008, CIRE).

Outre la comparaison aux valeurs de bruits de fond et de gestion réglementaire, ces teneurs moyennes dans l'air de la zone d'étude du Sud Grenoblois ont été mises en perspective au regard des résultats des rapports d'études spécifiques listés page suivante, ainsi qu'à la modélisation réalisée lors de l'étape 1.

Au demeurant, les données transmises par les industriels sont utilisées dans la partie suivante de la présente étude : la recherche des contributions respectives des sources à la contamination des milieux.

Les données agrégées sont présentées en annexe.

## 4.2. MILIEU AIR : SELECTION DES VALEURS REPERES

### 4.2.1. Valeurs de bruits de fond disponibles et sélection

Dans la cadre de la présente étude, il a été recouru aux ressources suivantes :

- Bruit de fond 1 (BDF1) : ATMO AURA dispose d'un site de surveillance situé dans la Drôme rurale, surveillant entre autres les 4 métaux réglementés (As, Cd, Pb, Ni), le chrome et le cuivre. Les données ont été considérées comme constitutives d'un bruit de fond exempt des impacts anthropiques du Sud Grenoblois. Les données sont présentées en annexe avec les données de terrain.
- BDF2 : le programme MERA (qualité de l'air dans les sites ruraux) s'attache à suivre sur le long terme la pollution atmosphérique longue distance transfrontalière. Il s'agit donc d'un bruit de fond non pas naturel mais exogène en ce sens qu'il ne proviendrait pas de l'activité locale. Les données disponibles concernent les 4 métaux dont les teneurs dans l'air ambiant sont réglementées (As, Cd, Pb, Ni) et certains HAP. Le rapport présente des moyennes de 6 stations situées en zone rurale, dont l'une dans la Drôme en région Auvergne-Rhône-Alpes (Saint Nazaire le Désert).
- BDF3 : au niveau national, l'étude de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) a réalisé entre 2003 et 2005 une campagne nationale de mesure de la qualité de l'air ambiant dans 567 logements français et à l'extérieur de ceux-ci. Les paramètres sont exclusivement des composés organiques volatils. Une campagne de mise à jour est en cours depuis 2016.

La médiane des teneurs mesurées à l'extérieur des 567 logements a été considérée comme une valeur de bruit de fond de l'air ambiant extérieur.

- BDF 4 (Dioxines uniquement) : sur la base de l'historique de données entre 2006 et 2009 en Rhône-Alpes, ATMO AURA considère comme valeur repère la moyenne en dioxines sur ces 4 années (0,04 pg ITEQ/m<sup>3</sup>); cette valeur repère est utilisée par ATMO AURA pour mettre en évidence l'influence d'une source locale de pollution. Cette valeur repère ne peut pas être associée à un bruit de fond naturel, mais a été toutefois retenue comme valeur de bruit de fond aux fins de permettre le parallèle entre la présente démarche ponctuelle et le suivi annuel des dioxines dans l'air ambiant extérieur.
- BDF 5 : d'après l'étape 1 de l'étude de zone : « Nous rappelons qu'aucun état initial de la qualité de l'air de la zone d'étude n'est disponible. De même, aucune valeur de bruit de fond représentative d'un environnement témoin ne peut être utilisée. [...] Ainsi, les concentrations maximales modélisées ont été comparées aux concentrations ubiquitaires (concentration qui peut se trouver en tous lieux) fournies dans les Fiches toxicologiques et environnementales de l'INERIS. Un dépassement d'une concentration ubiquitaire peut être un signe d'un constat de dégradation. ». Les teneurs ubiquitaires disponibles dans l'étape 1 ont été considérées et complétées (tétrachlorure de carbone).

La sélection des valeurs de bruits de fond a été effectuée comme suit :

- En cas d'unique valeur disponible, celle-ci a été retenue ;
- Pour les métaux, la moyenne des valeurs mesurées dans le site drômois d'ATMO AURA (BDF1) a été retenue, ou, à défaut, la valeur ubiquitaire renseignée par l'INERIS (BDF5) ;

- Pour les HAP, les valeurs issues du programme MERA (BDF2) ont été retenues, ou, à défaut, la valeur ubiquitaire renseignée par l'INERIS (BDF5) ;
- Pour les BTEX et aldéhydes, les valeurs issues du programme de l'OQAI dans les logements français (BDF3) ont été retenues.

#### 4.2.2. Valeurs de gestion réglementaires disponibles et sélection

Pour chaque substance d'intérêt, les valeurs réglementaires identifiées lors de l'étape 1 de l'étude ont été mises à jour, en s'appuyant sur la « Synthèse des valeurs réglementaires pour les substances chimiques, en vigueur dans l'eau, l'air et les denrées alimentaires en France » (dernière version : 13/03/2018) où sont listées les valeurs réglementaires utiles :

- Les valeurs réglementaires relatives à l'air ambiant EXTERIEUR

Il est fixé en France différentes valeurs réglementaires pour l'air ambiant extérieur, selon l'objectif visé comme rappelé ci-dessous :

<b>Seuils d'alerte</b>	Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement justifiant l'intervention de mesures d'urgence (R.221-1, C. env.)
<b>Valeurs limites</b>	Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé sur la base des connaissances scientifiques à ne pas dépasser dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble (R.221-1, C. env.)
<b>Valeurs cibles</b>	Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné (R.221-1, C.env.)
<b>Objectifs de qualité</b>	Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble (R.221-1, C.env.)
<b>Seuils de recommandation et d'information</b>	Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates (R.221-1, C.env.).

Tableau 30 – Milieu AIR EXTERIEUR : Hiérarchisation des valeurs réglementaires

Selon l'approche sécuritaire guidant la présente étude, il a été retenu l'objectif de qualité, plus exigeant que la valeur limite qui par ailleurs n'existe pas systématiquement.

Dans le cas du monoxyde de carbone, en l'absence d'objectif de qualité, la valeur limite a été retenue (seule valeur existant pour cette substance).

Les valeurs réglementaires s'appliquent aux moyennes annuelles, excepté pour le monoxyde de carbone et l'ozone où la valeur s'applique au maximum journalier de moyennes sur 8 heures. Le pas de temps des données disponibles étant mensuel, la valeur réglementaire a été comparée comme pour les autres substances, à la moyenne annuelle, tout en retenant une incertitude devant être étudiée.

- Les valeurs réglementaires relatives à l'air ambiant INTERIEUR

A défaut de valeur réglementaire pour l'air ambiant extérieur, il a été considéré les valeurs guides établies au niveau national pour l'air ambiant intérieur. L'usage de ces valeurs apparaît pertinent étant donnée la contribution de l'air ambiant extérieur à la qualité de l'air intérieur. Les valeurs les plus exigeantes, les valeurs cibles, ont également été retenues ou à défaut les valeurs repères.

- Les valeurs guides de l'OMS

Les valeurs réglementaires susmentionnées ont été complétées par les valeurs guides recommandées par l'OMS. La dernière version date de 2005 et est en cours de révision par l'OMS qui devrait publier son rapport en 2020. Les valeurs guides données pour des durées courtes (24h ou 1 semaine) n'ont pas été retenues, protégeant des risques aigus ou sub-chronique et non pas des risques chroniques, sur le long terme.

Il est à noter que les valeurs guides pour les PCB dioxine-like et les PCB indicateurs mentionnés dans le rapport de l'étape 1, les sources stipulées dans ledit rapport n'ont pas été retrouvées. Les valeurs ont néanmoins été utilisées, en l'absence d'autres valeurs disponibles.

### 4.2.3. Valeurs de bruit de fond et de gestion réglementaires retenues

Le tableau ci-dessous présente les valeurs de bruit de fond et de gestion réglementaires retenues.

Famille	Substance	Unité	Valeurs repères								
			Bruit de fond					Réglementaire			
			BDF1	BDF2	BDF3	BDF4	BDF5	VR 1	VR 2		
			Site AIR ATMO "Drôme Rurale" (moyenne 2015-2016)	Rapport Ministériel, 2019 (Qualité de l'air dans les sites ruraux)-Prgm MERA	Campagne nationale "Logements" de l'OQAI (2003-2005) - médianes	AIR ATMO, moyenne 2006-2009 en Rhône Alpes	INERIS, teneurs ubiquitaires (phase 1 EZSG, 2014)	Normes françaises de qualité de l'air (Décret du 19 avril 2017)	Type de valeur	Valeur réglementaire	Document de référence
Poussières	Poussières PM10	µg/m3	-	-	-	-	-	30	Objectif qualité	20	OMS, valeur guide
	Poussières PM 2.5	µg/m3	-	-	-	-	-	10	Objectif qualité	-	-
Oxydes	Monoxyde de carbone	µg/m3	-	-	-	-	-	10 000	Valeur limite	-	-
	Ozone	µg/m3	-	-	-	-	-	120	Objectif qualité	-	-
	SO2	µg/m3	-	-	-	-	1 à 5	50	Objectif qualité	-	-
	NO	µg/m3	-	-	-	-	-	30	Niveau critique	-	-
	NO2	µg/m3	-	-	-	-	-	40	Objectif qualité	-	-
Métaux	Antimoine	µg/m3	-	-	-	-	< 0,001	-	-	-	-
	Arsenic	µg/m3	0,00013	0,0003	-	-	<0,004	0,006	Valeur cible	-	-
	Cadmium	µg/m3	0,00003	0,0001	-	-	-	0,005	Valeur cible	-	-
	Cobalt	µg/m3	-	-	-	-	0,002	-	-	-	-
	Chrome	µg/m3	0,0005	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cuivre	µg/m3	0,0012	-	-	-	0,010	-	-	-	-
	Mercure (élémentaire)	µg/m3	-	-	-	-	0,004	-	-	1	Recommandation OMS 2005 Durée expo : 1 an
	Manganèse	µg/m3	-	-	-	-	0,010	-	-	0,15	Recommandation OMS 2005 Durée expo : 1 an
	Nickel	µg/m3	0,0005	0,001	-	-	< 0,003	0,020	Valeur cible	-	-
	Plomb	µg/m3	0,0007	0,004	-	-	0,0001	0,250	Objectif qualité	0,5	Recommandation OMS 2005 Durée expo : 1 an
Vanadium	µg/m3	-	-	-	-	0,04	-	-	1	Recommandation OMS 2005 Durée expo : 24h	
POP	Dioxines/furanes	pg/m3	-	-	-	0,04	< 0,1 pg/m3	-	-	-	-
	PCB Dioxine-like	pg/m3	-	-	-	-	-	-	-	5	Critère de qualité de l'air, ministère de l'environnement de l'Ontario (rapport de phase 1)
	PCB	µg/m3	-	-	-	-	-	-	-	0,003	Recommandation OMS 2005
COHV	1,2-dichloroéthane	µg/m3	-	-	-	-	0,1	-	-	700	Recommandation OMS 2005 Durée expo : 24h
	1,2-dichloroéthylène	µg/m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Chlorobenzène	µg/m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tétrachlorure de carbone	µg/m3	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
	Dichlorométhane	µg/m3	-	-	-	-	-	-	-	450	Recommandation OMS 2005 Durée expo : 1 semaine
	Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/m3	-	-	<1,2	-	-	-	-	250	Valeur repère INT
	1,3-Butadiène	µg/m3	-	-	-	-	0,2	-	-	1	Recommandation OMS 2005 Durée expo : non précisée
HAP	Acénaphthène	µg/m3	-	-	-	-	< 0,01	-	-	-	-
	Benzo(a)anthracène	µg/m3	-	0,00006	-	-	-	-	-	-	-
	Benzo(a)pyrène	µg/m3	-	0,00010	-	-	< 10 pg	1E-03	Valeur cible	-	-
	Dibenzo(a,h)anthracène	µg/m3	-	0,00003	-	-	-	-	-	-	-
	Naphthalène	µg/m3	-	-	-	-	< 1	-	-	10	Valeur repère INT
	Fluorène	µg/m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Phénanthrène	µg/m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pyrène	µg/m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BTEX	Benzène	µg/m3	-	-	<1,1	-	1	-	-	2	Objectif qualité EXT
	Éthylbenzène	µg/m3	-	-	1	-	-	-	-	-	-
	Toluène	µg/m3	-	-	3,5	-	-	-	-	260	Recommandation OMS 2005 Durée expo : 1 semaine
Autre	HCl	µg/m3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aldéhydes	Formaldéhyde	µg/m3	-	-	1,9	-	-	-	-	10	Valeur cible INT
	Acétaldéhyde	µg/m3	-	-	1,3	-	1,8 à 18	-	-	-	-
	Acroléine	µg/m3	-	-	<0,3	-	-	-	-	-	-

valeur repère sélectionnée

Tableau 31 – Milieu AIR EXTERIEUR : Synthèse des valeurs de bruits de fonds et de gestion réglementaires : disponibles et retenues

## **4.3. MILIEU AIR : COMPARAISON DES VALEURS MESUREES AUX VALEURS REPERES**

### **4.3.1. Comparaison aux valeurs repères par substance - CAS DES POUSSIÈRES ET DES OXYDES**

Pour chaque substance, la comparaison aux valeurs réglementaires de gestion retenues est présentée dans le tableau ci-après.

Etant donné le dépassement observé de certaines valeurs réglementaires, il a été réalisé une seconde comparaison : aux valeurs limites en France, qui sont moins contraignantes. Il s'agit de mettre en perspective les résultats de la comparaison.



L'analyse des premiers éléments issus de la comparaison des données de terrain avec les valeurs réglementaires existantes, pour chaque substance montre les résultats suivants :

- **POUSSIÈRES PM10** : les moyennes annuelles de 2009 à 2019 sont proches de l'objectif de qualité de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tout en le respectant, excepté en 2009 où un très léger dépassement est observé (mesure à  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  comparé au seuil de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). ATMO AURA, qui dispose des teneurs journalières, fait état du dépassement du seuil corollaire de 35j à plus de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  par an, pour les années 2015-2016.
- **Monoxyde d'azote et Dioxyde d'azote** : les moyennes annuelles de 2009 à 2019 sont inférieures aux valeurs réglementaires retenues, excepté au niveau du site du Rondeau. Le site du Rondeau est représentatif de l'exposition chronique des populations riveraines aux émissions provenant des axes routiers.

Ces substances (poussières PM10 et monoxyde d'azote / dioxyde d'azote) ont été étudiées plus en détail (journalier notamment) par ATMO AURA lors de la campagne de 2015-2016 sur des sites mobiles à travers le Sud Grenoblois qui indique :

« Les sites études [mobiles, étude 2015-2016] sont tous équivalents ou légèrement inférieurs à des sites de fonds urbains [site de Grenoble Les Frênes] et largement inférieurs au site trafic [site du Rondeau]. »

**En conclusion, une part des habitants du Sud Grenoblois sont exposés à des dépassements des seuils réglementaires fixés pour les poussières PM10 et les oxydes d'azote. Il s'agit des habitants proches des axes routiers majeurs (rocade et autoroute), tandis que la majorité des habitants, résidant en zone urbaine ou semi-urbaine ne sont pas concernés par ces dépassements.**

Pour les autres paramètres, les données disponibles mettent en évidence :

- **POUSSIÈRES PM2,5** : les moyennes annuelles de 2009 à 2018 dépassaient nettement l'objectif de qualité de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , tout en diminuant pour approcher depuis 2018 cet objectif. Par suite, la valeur limite de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , plus contraignante que l'objectif de qualité, est respectée sur les deux sites suivis, le site urbain des Frênes et le site trafic, celui du Rondeau.
- **Ozone** : les moyennes annuelles de 2009 à 2019 sont toutes inférieures à l'objectif de qualité, qui toutefois s'applique à des moyennes journalières. L'ozone n'a pas été directement étudié par ATMO AURA en 2015-2016, mais 30 de ses précurseurs l'ont été (cf. suite de la présente étude).
- **Dioxyde de soufre** : les moyennes annuelles de 2009 à 2019 sont toutes largement inférieures à l'objectif de qualité. Le dioxyde de soufre n'a pas été étudié par ATMO AURA en 2015-2016.

#### En résumé :

- **Poussières (PM10 et PM2,5) / oxydes d'azote (NO2 et NO)** : une partie des habitants du Sud Grenoblois sont exposés à des dépassements des seuils réglementaires fixés pour les poussières et les oxydes d'azote, en lien avec les émissions du transport routier qui reste la source d'émission majeure de dioxyde d'azote. Il s'agit des habitants proches des axes routiers majeurs (rocade et autoroute), tandis que la majorité des habitants, résidant en zone urbaine ou semi-urbaine ne sont pas concernés par ces dépassements.
- **Ozone, Monoxyde de carbone** : il n'est pas possible de conclure sur la base des données disponibles moyennées sur un an alors que la valeur réglementaire s'applique sur un pas de temps journalier. ATMO AURA, dans son rapport 2015-2016 sur la base des données journalières, n'indique pas ces substances comme étant problématiques. Par suite, ces substances ne sont pas considérées comme susceptibles d'induire des risques sanitaires inacceptables.
- **Dioxyde de soufre** : entre 2009 et 2019, les moyennes respectent les valeurs réglementaires.

### 4.3.2. Comparaison aux valeurs repères – AUTRES SUBSTANCES (que les poussières et oxydes d'azote)

Pour chaque substance, la comparaison aux valeurs réglementaires de gestion retenues est présentée dans le tableau ci-après.

Substance		Statistiques (µg/m3, sauf mention contraire)			Valeurs repères		
		min.	max.	moy.	BDF	VR	Conclusion
Poussières	PM10	10	31	20	-	40	Dégradation du milieu ? <b>Pas de BDF</b> Dépassement des VR ? <b>NON en moyenne annuelle mais oui en nombre de jours</b> (cf. rapport AIR ATMO 2015-2016) => réflexion globale à mener avec les PM2,5
	PM 2.5	11	37	23	-	10	Dégradation du milieu ? <b>Pas de BDF</b> Dépassement des VR ? <b>OUI</b> => étude de plan de gestion à mener
Oxydes	Ozone	23	59	45	-	120	Dégradation du milieu ? <b>Pas de BDF</b> Dépassement des VR ? <b>NON</b>
	SO2	0,2	3	2	1 à 5	50	Dégradation du milieu ? <b>NON</b> Dépassement des VR ? <b>NON</b>
	NOx	1	56	17	-	30	Dégradation du milieu ? <b>Pas de BDF</b> Dépassement des VR ? <b>OUI</b>
	NO2	10	56	25	-	40	=> étude de plan de gestion à mener
POP	Dioxines/furanes (pg/m3)	0,01	0,09	0,04	0,04	-	Dégradation du milieu ? <b>OUI</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b> => grille IEM
	PCB Dioxine-like (pg/m3)	0,01	0,01	0,01	-	5	Dégradation du milieu ? <b>NON</b>
	PCB	0,0002	0,0002	0,0002	-	0,003	Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b>
Métaux	Antimoine	0,001	0,003	0,002	< 0,001	-	Dégradation du milieu ? <b>OUI</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b> => grille IEM
	Arsenic	0,0001	0,0007	0,0004	0,0001	0,006	Dégradation du milieu ? <b>OUI</b>
	Cadmium	0,0000	0,0002	0,0001	0,00003	0,005	Dépassement des VR ? <b>NON</b>
	Cobalt	0,0002	0,0015	0,0003	0,002	-	Dégradation du milieu ? <b>NON</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b>
	Chrome	0,0005	0,019	0,009	0,0005	-	Dégradation du milieu ? <b>OUI</b>
	Cuivre	0,001	0,022	0,012	0,001	-	Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b>
	Mercure	0,00002	0,0002	0,0001	0,004	1,000	Dégradation du milieu ? <b>NON</b>
	Manganèse	0,005	0,009	0,008	0,010	0,15	Dépassement des VR ? <b>NON</b>
	Nickel	0,0005	0,005	0,0019	0,0005	0,020	Dégradation du milieu ? <b>OUI</b>
	Plomb	0,0001	0,009	0,0054	0,0007	0,250	Dépassement des VR ? <b>NON</b>
	Vanadium	0,0004	0,0016	0,0008	0,04	1,000	Dégradation du milieu ? <b>NON</b> Dépassement des VR ? <b>NON</b>
COHV	1,2-dichloroéthane	0,2	0,4	0,3	0,1	-	Dégradation du milieu ? <b>OUI</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b> => grille IEM
	1,2-dichloroéthylène	0,1	0,4	0,2	-	-	Dégradation du milieu ? <b>Pas de BDF</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b> => grille IEM
	Chlorobenzène	0,1	1,8	0,6	-	-	Dégradation du milieu ? <b>NON</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b>
	Tétrachlorure de carbone	0,3	0,5	0,3	0,5	-	Dégradation du milieu ? <b>NON</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b>
	Dichlorométhane	0,8	0,8	0,8	-	-	Dégradation du milieu ? <b>Pas de BDF</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b> => grille IEM
	Tétrachloroéthylène (PCE)	0,2	0,3	0,3	<1,2	250	Dégradation du milieu ? <b>NON</b> Dépassement des VR ? <b>NON</b>
	1,3-Butadiène	0,03	0,3	0,1	0,2	1	Dégradation du milieu ? <b>OUI</b> Dépassement des VR ? <b>NON</b>
BTEX	Benzène	0,4	0,7	0,6	<1,1	2	Dégradation du milieu ? <b>NON</b> Dépassement des VR ? <b>NON</b>
	Ethylbenzène	0,1	0,4	0,2	1	-	Dégradation du milieu ? <b>Pas de BDF</b>
	Toluène	0,9	2,1	1,5	3,5	-	Dépassement des VR ? <b>NON</b>
HAP	Benzo(a)anthracène (ng/m3)	0,1	0,4	0,2	-	-	Dégradation du milieu ? <b>Pas de BDF</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b> => grille IEM
	Benzo(a)pyrène (ng/m3)	0,2	0,5	0,4	-	1	Dégradation du milieu ? <b>NON</b>
	Naphtalène (ng/m3)	0,9	0,9	0,9	< 1	10	Dépassement des VR ? <b>NON</b>
	Dibenzo(a,h)anthracène (ng/m3)	0,01	0,08	0,04	-	-	Dégradation du milieu ? <b>Pas de BDF</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b> => grille IEM
Aldéhydes	Formaldéhyde	1,6	2,4	2,0	1,9	-	Dégradation du milieu ? <b>OUI</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b> => grille IEM
	Acétaldéhyde	1,0	1,5	1,3	1,3	-	Dégradation du milieu ? <b>NON</b>
	Acroléine	0,2	0,2	0,2	<0,3	-	Dépassement des VR ? <b>OUI</b>

en rouge : valeurs supérieures aux BDF

XXX : valeur supérieure à la VR

Valeur respectée

Valeur dépassée

Tableau 34 – Milieu AIR EXTERIEUR : comparaison aux valeurs repères

**Pour les POP**, les polluants organiques persistants, la comparaison aux valeurs repères met en évidence :

- Dioxines : les teneurs moyennes annuelles dépassent la valeur repère associée au bruit de fond. En l'absence de valeur réglementaire, cette famille de substances doit faire présentement l'objet d'une évaluation sanitaire à l'aide de la grille IEM prévue pour la voie d'exposition « inhalation d'air ».

Ce constat établi selon la démarche méthodologique de l'IEM rejoint celui d'ATMO AURA dressé dans son bilan de la surveillance réalisée sur 2015-2016 :

*« Dans le Sud Grenoblois, les mesures en dioxines dans l'air ambiant ont débuté en 2008 au Pont-de-Claix. Depuis 2009, elles sont réalisées tous les deux ans sur les communes du Pont-de-Claix et de Jarrie. Sur cette zone, des dépassements réguliers des valeurs repères sont enregistrés aussi bien pour un prélèvement isolé que pour la moyenne de l'ensemble des 8 campagnes conduites sur une année. »*

- PCB : aucune teneur en PCB (dioxine-like ou indicateurs) ne dépasse les valeurs réglementaires. Notons toutefois les incertitudes suivantes :
  - peu de données sont disponibles et elles sont relativement anciennes (rapport « Etat des concentrations de PCB dans l'air et les retombées atmosphériques », 2008)
  - les valeurs réglementaires issues du rapport d'étape 1 n'ont pas été retrouvées dans le cadre de cette étape 3.3.

**Pour les métaux**, la comparaison aux valeurs repères met en évidence :

- Métaux pour lesquels aucune suite n'est requise :
  - Métaux respectant le bruit de fond : cobalt, mercure, manganèse, vanadium.
  - Métaux dont les teneurs dépassent le bruit de fond, mais pas les valeurs réglementaires : arsenic, cadmium, nickel, plomb. Il s'agit des 4 métaux réglementés.
- Métaux devant faire l'objet d'une évaluation sanitaire via la grille IEM :
  - Métaux dépassant le bruit de fond, sans valeur réglementaire : l'antimoine, le chrome et le cuivre.

**Pour les COV**, la comparaison aux valeurs repères met en évidence :

- COV pour lesquels aucune suite n'est requise, les valeurs de bruit de fond et/ou réglementaires étant respectées :
  - COHV : le tétrachloroéthylène (PCE) et le 1,3-butadiène, tétrachlorométhane
  - BTEX : benzène, éthylbenzène, toluène
  - HAP : naphthalène, benzo(a)pyrène
  - Aldéhydes : acroléine
- COV devant faire l'objet d'une évaluation sanitaire, conformément à la méthodologie de l'IEM :
  - En l'absence de valeurs repères :
    - COHV : 1,2 dichloroéthène, chlorobenzène, dichlorométhane.
    - HAP : benzo(a)anthracène, dibenzo(a,h)anthracène
  - En raison de dépassement de la valeur de bruit de fond :
    - COHV : 1,2-dichloroéthane,
    - Aldéhydes : formaldéhyde, acétaldéhyde.

### 4.3.3. Synthèse de la comparaison des valeurs mesurées aux valeurs repères

En synthèse, concernant le milieu AIR AMBIANT EXTERIEUR :

#### Aucune action n'est requise pour :

- **Oxydes de type : Ozone, Monoxyde de carbone, Dioxyde de soufre.**
- **PCB (dioxine-like ou non).** Une incertitude existe en raison du faible jeu de données, de plus relativement ancien (unique jeu de données datant de 2008), faiblement représentative de l'exposition chronique des populations.
- **Les 4 métaux lourds réglementés en air ambiant en France (As, Cd, Ni et Pb) et les métaux disposant d'une valeur recommandée par l'OMS (mercure, manganèse et vanadium),** les niveaux mesurés sur tous les sites respectent très largement les valeurs réglementaires fixées en moyenne annuelle. **Pour les autres métaux,** leurs teneurs annuelles moyennes dépassent les valeurs de bruit de fond (l'antimoine, le chrome et le cuivre), excepté pour le cobalt.
- **COHV :** lorsque des valeurs réglementaires existent, elles sont respectées (tétrachloroéthylène, 1,3 butadiène).
- **BTE(X) :** les valeurs de bruit de fond sont respectées et a fortiori les valeurs réglementaires (benzène, toluène, éthylbenzène).
- **HAP :** lorsque des valeurs de bruit de fond ou réglementaires existent, elles sont respectées (benzo(a)pyrène, naphthalène).
- **Aldéhydes :** seul 1 des 3 aldéhydes étudiés respecte la valeur de bruit de fond (acroléine).

Il est à noter que parmi ces substances, une partie présente parfois des valeurs supérieures au bruit de fond retenu, indiquant une dégradation du milieu air ambiant extérieur. C'est le cas des dioxines, des 4 métaux réglementés (As, Cd, Ni et Pb) et d'autres métaux (Sb, Cr, Cu), d'un COHV (1,2 dichloroéthane) et d'aldéhydes (form- et acté-aldéhyde).

#### Pas de données pour certaines substances considérées comme étant d'intérêt :

- **Métaux :** sélénium.
- **COHV :** chlorobenzène, chloroéthane, chlorométhane.
- **HAP :** acénaphène, fluorène, phénanthrène, pyrène.
- **Autres :** Monoxyde de carbone, HCl.

#### Poursuite de l'étude sanitaire, via l'usage de la grille IEM pour :

- **Dioxines :** sur les communes de Jarrie et du Pont-de-Claix, au vu des teneurs dépassant légèrement la valeur de bruit de fond et en l'absence de valeur réglementaire, une évaluation sanitaire doit être menée.
- **COV :** plusieurs COHV, HAP et aldéhydes doivent faire l'objet d'une évaluation sanitaire, en l'absence de valeurs réglementaires (excepté ceux qui respectent les valeurs réglementaires).
- **Métaux :** dépassant la valeur de bruit de fond, sans valeur réglementaire : l'antimoine, le chrome et le cuivre.

#### Besoin de poursuivre la réflexion pour :

**Poussières / NO<sub>2</sub> :** une partie des habitants du Sud Grenoblois est exposée à des dépassements des seuils réglementaires fixés pour les poussières et les oxydes d'azote, en lien avec les émissions du transport routier qui reste la source d'émission majeure de dioxyde d'azote. Il s'agit des habitants proches des axes routiers majeurs (rocade et autoroute), tandis que la majorité des habitants, résidant en zone urbaine ou semi-urbaine ne sont pas concernés par ces dépassements.

## 4.4. MILIEU AIR AMBIANT EXTERIEUR : CALCUL D'INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX

### 4.4.1. Scénarios évalués

En application du schéma conceptuel, la voie d'exposition d'une population fictive type, aux substances par inhalation est considérée et déclinée en scénarios.

- Scénario 1 : enfants 0-6 ans habitant sur les communes de la zone d'étude du Sud Grenoblois.
- Scénario 2 : adultes habitant sur les communes de la zone d'étude du Sud Grenoblois.

### 4.4.2. Concentrations retenues pour les calculs

Pour les substances précédemment identifiées, la méthodologie de sélection des teneurs associées a été la suivante :

- Prise en compte de tous les résultats d'analyses de l'air ambiant transmis par ATMO AURA, sous forme de moyenne annuelle, en cohérence avec l'aspect chronique d'évaluation des risques ;
- Pour chaque substance, sélection de la teneur maximale, en première approche.

### 4.4.3. Paramètres d'exposition retenus

Les paramètres d'exposition spécifique à cette voie d'exposition et devant être renseignés pour le calcul des risques sanitaires concernent :

- La fraction de temps d'exposition journalier : il a été considéré que l'air ambiant extérieur constitue également l'air ambiant intérieur et par suite, les populations sont exposées 24/24h.

Les autres paramètres (nombre de jour d'exposition théorique annuel, durée d'exposition théorique) s'appuient sur les documents présentés pour le milieu SOL.

Milieu AIR AMBIANT EXTERIEUR - Grille IEM : Paramètres				
Paramètres		Enfant	Adulte	Source
Te	Fraction du temps d'exposition pendant une journée	24h/24	24h/24	Hypothèse sécuritaire : la qualité des airs ambiants extérieurs et intérieurs sont identiques
T	Durée d'exposition théorique	6 ans	30 ans	30 ans : Percentile 90 de la durée de résidence d'après l'analyse des abonnements privés à EDF. Guide INERIS DRC-12-125929-13162B -1ère édition - Aout 2013 - Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires
Ef	Fréquence d'exposition	330	330	Hypothèse sécuritaire : présence 365j/an diminuée de 35j (absence env. 1j/quinzaine)

#### 4.4.4. Relations dose-réponse : valeurs toxicologiques de références

Les différentes VTR retenues selon l'application de la circulaire émise par la DGS en 2014 sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Toxicologie										
Famille	Substances	n° CAS	Màj données INERIS	Effets à seuil / sans	Source	Année de révision	Valeur de référence	Unité	VTR retenues	Justification du choix de VTR
HAP	Benzo(a)anthracène	56-55-33	17/01/2020	Ss	INERIS	2018	6,0E-05	(µg/m3)-1	X	Valeur recommandée par l'INERIS en cas de mélange de HAP
	Dibenzo (a,h) anthracène	53-70-3	07/02/2020	Ss	INERIS	2018	6,0E-04	(µg/m3)-1	X	Valeur recommandée par l'INERIS en cas de mélange de HAP
Métaux	Antimoine	7440-36-0	06/11/2019	As	ATSDR	2019	0,3	µg/m3	X	Application DGS 2014
	cobalt	7440-48-4	07/10/2019	As	OMS	2006	0,1	µg/m3	X	Application DGS 2014
	chrome	7440-47-3	11/06/2020	As	INERIS	2017	2	µg/m3	X	Choix INERIS, seule VTR disponible pour le Chrome
	civre	7440-50-8	13/04/2018	As	RIVM	2001	1	µg/m3	X	Application DGS 2014
BTEX	Toluène	108-88-3	06/11/2019	As	ANSES	2017	1,9E+04	µg/m3	X	Application DGS 2014 / Choix ANSES
	Ethylbenzène	100-41-4	13/04/2018	As	ANSES	2016	1,50E+03	µg/m3	X	Application DGS 2014 / Choix ANSES
				Ss	OEHHA	2007	2,5E-06	(µg/m3)-1	X	Application DGS 2014
COHV	1,2-cis-dichloroéthylène	156-59-2	06/06/2017	nc	RIVM	2009	60	µg/m3	X	Application DGS 2014
	Dichlorométhane	75-09-2	13/04/2018	As	ATSDR	2000	1100	µg/m3	X	Application DGS 2014
				Ss	OEHHA	2009	1,0E-08	(µg/m3)-1	X	Application DGS 2014
	1,2 dichloroéthane	107-06-2	13/04/2018	As	OEHHA	2001	400	µg/m3	X	Application DGS 2014
				Ss	ANSES	2009	3,4E-06	(µg/m3)-1	X	Application DGS 2014
chlorobenzène	108-90-7	11/06/2020		OEHHA	2001	1000	µg/m3	X	Application DGS 2014	
Aldéhydes	formaldéhyde		12/11/2019	As	ANSES	2018	123	µg/m3	X	Application DGS 2014 / Choix ANSES
				Ss	ANSES	2018	-	(µg/m3)-1	X	Application DGS 2014 / Choix ANSES
	acetaldehyde	75-07-0	08/06/2020	As	ANSES	2014	160	µg/m3	X	Application DGS 2014 / Choix ANSES
				Ss	US EPA	1991	2,2E-06	(µg/m3)-1	X	Application DGS 2014
Acroléine	107-02-8	08/06/2020	As	ANSES	2013	0,8	µg/m3	X	Application DGS 2014 / Choix ANSES	
Dioxi nes	mélange dioxines/furanes	-	03/01/2020	As	OEHHA	2000	4,0E-05	µg TEQ/m3	X	Application DGS 2014 / Choix INERIS 2019

Tableau 35 – Milieu AIR EXTERIEUR : VTR disponibles et sélectionnées

#### 4.4.4.1. VTR : cas des dioxines

Seules les VTR de mélanges de dioxines (polychlorodibenzodioxines et polychlorodibenzofuranes) ont été considérées, ignorant les VTR disponibles pour les plus dangereux des dioxines, notamment la dioxine dite « dioxine SEVESO ».

Les valeurs toxicologiques de référence retenues s'appuient sur :

- **Pour les effets à seuils :**

Sur le « Portail Substances Chimiques » de l'INERIS, une unique VTR est disponible, celle de l'OEHHA établie en 2000. Dans son « bilan des choix de VTR », l'INERIS confirme retenir cette VTR, sur la justification détaillée dans un rapport d'expertise datant du 11 décembre 2019<sup>5</sup>, à savoir :

« L'INERIS propose de retenir pour une exposition chronique aux polychlorodibenzodioxines et polychlorodibenzofuranes par inhalation la VTR chronique de  $4.10^{-5} \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  de l'OEHHA.

Seul l'OEHHA propose une valeur pour une exposition par inhalation aux polychlorodibenzodioxines et polychlorodibenzofuranes. Cette valeur est basée sur le REL pour une exposition chronique par voie orale à laquelle un facteur d'extrapolation de  $3\ 500 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  par  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{j}^{-1}$  est appliqué. Ce facteur n'est pas spécifique aux PCDD/F, il s'agit d'un facteur par défaut (OEHHA, 2000b). D'autre part, la valeur de l'OEHHA pour une exposition par voie orale discutée ci-dessous est relativement ancienne et ne prend donc pas en compte les nouvelles données disponibles. Toutefois, ne disposant pas d'autre valeur pour une exposition par inhalation, dans le cadre de l'évaluation des risques afin de disposer d'une valeur pour une exposition par inhalation, il est proposé de retenir la valeur de l'OEHHA par défaut. »

Aucune expertise de l'ANSES n'est disponible.

- **Pour les effets à seuils :**

Sur le « Portail Substances Chimiques » de l'INERIS, deux VTR sont disponibles, celle de l'OEHHA établie en 2009 et celle de l'US EPA établie en 1991. Par application de la circulaire de la DGS de 2014, la VTR de l'OEHHA a été retenue. Il convient toutefois de noter que dans son « bilan des choix de VTR », l'INERIS refuse de retenir l'une de ces 2 VTR, sur la justification détaillée dans un rapport d'expertise datant du 11 décembre 2019, à savoir :

« En 2001, l'OMS a conclu que l'établissement d'une VTR à seuil fondée sur les effets non cancérogènes permettait également de protéger la population des effets cancérogènes (OMS, 2001). Dans la circulaire du 11 juin 1998, la Direction Générale de la Santé a également considéré que les dioxines n'étaient pas génotoxiques et que le mécanisme de cancérogenèse présentait l'existence d'un seuil d'effet (DGS, 1998). »

Par suite, aucune VTR pour les effets sans seuils n'a été retenue pour les dioxines.

Aucune incertitude n'est retenue à l'endroit du choix des VTR pour les dioxines.

---

<sup>5</sup> Rapport INERIS « : CHOIX DE VALEUR TOXICOLOGIQUE DE REFERENCE – Dioxines/furanes », réf. DRC-19-180728-08538A

#### **4.4.4.2. VTR : cas du chrome**

A l'endroit du chrome, seul avait été listée comme substance d'intérêt sa forme hexavalente, en raison de sa toxicité nettement supérieure à la forme trivalente. Toutefois, les données disponibles sont données en chrome totale, sans qu'une analyse de sa spéciation ne soit précisée.

En l'absence d'information sur la spéciation du chrome présent dans l'air ambiant, la VTR du chrome VI n'a pas été retenue, celle du chrome total a été privilégiée.

#### **4.4.4.3. VTR : cas des COHV**

Pour le 1,2-dichloroéthane et le tétrachlorure de carbone, les VTR sans seuil retenues ont été élaborées par l'ANSES via une expertise et à partir de l'ensemble des études sanitaires et épidémiologiques disponibles. Aucune incertitude n'est retenue.

### **4.4.5. Grille IEM de calcul des risques sanitaires**

#### **4.4.5.1. Présentation des résultats des calculs de risques sanitaires**

Pour la voie d'exposition « inhalation d'air ambiant extérieur », la grille IEM de calcul des risques sanitaires substance par substance est présentée page suivante.

## Voie d'exposition unique : Inhalation d'air ambiant extérieur

Voie d'exposition unique : Inhalation d'air ambiant extérieur										
Paramètres		Milieu naturel	Comportement des récepteurs				VTR des substances		Risque lié aux substances	
		Cse	Te	T	Ef	Tm	à seuil d'effet	sans seuil d'effet	à seuil d'effet	sans seuil d'effet
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation		Concentration de la substance dans l'air extérieur	Fraction du temps d'exposition pendant une journée	Durée d'exposition théorique	Fréquence d'exposition	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	Quotient de Danger (QD)	Excès de risque individuel (ERI)
Unité		µg/m <sup>3</sup>	heure /24	an	jour /365	an	µg/m <sup>3</sup>	(µg/m <sup>3</sup> )-1	-	-
Famille	Substance	Mesure terrain (max.)	Données issues de bases de données				Données issues de bases de données		Calculs	
POP	<b>Dioxines/Furanes*</b>									
	Enfants (0 - 6 ans)	8,50E-08	1,0	6	0,90	70	0,00004	-	0,002	-
	Adultes (18 ans et +)	8,50E-08	1,0	70	0,90	70	0,00004	-	0,002	-
Métaux	<b>Antimoine</b>									
	Enfants (0 - 6 ans)	0,003	1,0	6	0,90	70	0,3	-	0,01	-
	Adultes (18 ans et +)	0,003	1,0	70	0,90	70	0,3	-	0,01	-
	<b>Chrome</b>									
	Enfants (0 - 6 ans)	0,019	1,0	6	0,90	70	2	-	0,01	-
	Adultes (18 ans et +)	0,019	1,0	70	0,90	70	2	-	0,01	-
	<b>Cuivre</b>									
Enfants (0 - 6 ans)	0,02	1,0	6	0,90	70	1	-	0,02	-	
Adultes (18 ans et +)	0,02	1,0	70	0,90	70	1	-	0,02	-	
COHV	<b>1,2-dichloroéthane</b>									
	Enfants (0 - 6 ans)	0,44	1,0	6	0,90	70	400	3,4E-06	0,001	1E-07
	Adultes (18 ans et +)	0,44	1,0	70	0,90	70	400	3,4E-06	0,001	1,4E-06
	<b>1,2-dichloroéthylène</b>									
	Enfants (0 - 6 ans)	0,38	1,0	6	0,90	70	60	-	0,01	-
	Adultes (18 ans et +)	0,38	1,0	70	0,90	70	60	-	0,01	-
	<b>Chlorobenzène</b>									
	Enfants (0 - 6 ans)	1,78	1,0	6	0,90	70	1000	-	0,002	-
	Adultes (18 ans et +)	1,78	1,0	70	0,90	70	1000	-	0,002	-
	<b>Dichlorométhane</b>									
Enfants (0 - 6 ans)	0,76	1,0	6	0,90	70	1100	1,0E-08	0,001	6E-10	
Adultes (18 ans et +)	0,76	1,0	70	0,90	70	1100	1,0E-08	0,001	7E-09	
HAP	<b>Benzo(a)anthracène</b>									
	Enfants (0 - 6 ans)	0,0004	1,0	6	0,90	70	-	6,0E-05	-	2E-09
	Adultes (18 ans et +)	0,0004	1,0	70	0,90	70	-	6,0E-05	-	2E-08
	<b>Dibenzo(a,h)anthracène</b>									
Enfants (0 - 6 ans)	0,0001	1,0	6	0,90	70	-	6,0E-05	-	4E-10	
Adultes (18 ans et +)	0,0001	1,0	70	0,90	70	-	6,0E-05	-	4E-09	
Aldéhydes	<b>Formaldéhyde</b>									
	Enfants (0 - 6 ans)	2,36	1,0	6	0,90	70	123	-	0,02	-
	Adultes (18 ans et +)	2,36	1,0	70	0,90	70	123	-	0,02	-
	<b>Acétaldéhyde</b>									
Enfants (0 - 6 ans)	1,51	1,0	6	0,90	70	160	2,2E-06	0,01	3E-07	
Adultes (18 ans et +)	1,51	1,0	70	0,90	70	160	2,2E-06	0,01	3,0E-06	
Interprétation	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés								< 0,2	< 1E-06
	Intervalle nécessitant une réflexion plus approfondie avant de s'engager dans un plan de gestion								0,2 - 5	1E-06 - 1E-04
	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages								> 5	> 1E-04

Tableau 36 – Milieu AIR AMBIANT EXTERIEUR : grille IEM – Teneurs maximales

Voie d'exposition unique : Inhalation d'air ambiant extérieur											
Paramètres		Milieu naturel	Comportement des récepteurs				VTR des substances		Risque lié aux substances		
		Cse	Te	T	Ef	Tm	à seuil d'effet	sans seuil d'effet	à seuil d'effet	sans seuil d'effet	
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation		Concentration de la substance dans l'air extérieur	Fraction du temps d'exposition pendant une journée	Durée d'exposition théorique	Fréquence d'exposition	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	Quotient de Danger (QD)	Excès de risque individuel (ERI)	
Unité		µg/m3	heure /24	an	jour /365	an	µg/m3	(µg/m3)-1	-	-	
Famille	Substance	Mesure terrain (max.)	Données issues de bases de données				Données issues de bases de données		Calculs		
Aldéhyde COHV	<b>1,2-dichloroéthane</b>										
	Enfants (0 - 6 ans)	0,33	1,0	6	0,90	70	400	3,4E-06	0,001	9E-08	
	Adultes (18 ans et +)	0,33	1,0	70	0,90	70	400	3,4E-06	0,001	1E-06	
	<b>Acétaldéhyde</b>										
	Enfants (0 - 6 ans)	1,32	1,0	6	0,90	70	160	2,2E-06	0,01	2E-07	
Adultes (18 ans et +)	1,32	1,0	70	0,90	70	160	2,2E-06	0,01	2,6E-06		
Interprétation	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés								< 0,2	< 1E-06	
	Intervalle nécessitant une réflexion plus approfondie avant de s'engager dans un plan de gestion								0,2 - 5	1E-06 - 1E-04	
	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages								> 5	> 1E-04	

Tableau 37 – Milieu AIR EXTERIEUR : grille IEM – Teneurs moyennes

#### 4.4.5.2. Interprétation des résultats des calculs de risques sanitaires

La comparaison des mesures en polluants dans l'air ambiant avec les valeurs repère (bruit de fond et valeurs de gestion réglementaires) n'étant pas conclusive pour 14 substances, elles ont été par suite analysées à l'aide de la grille IEM dédiée à l'exposition par inhalation.

##### Interprétation des résultats de calcul de risques sanitaires pour les populations les plus exposées (teneurs maximales)

Dans le cadre d'une étude de zone, les résultats des calculs de l'IEM sont interprétés selon 3 intervalles de gestion, comme catégorisé ci-dessous :

- L'état du milieu AIR AMBIANT EXTERIEUR est compatible avec l'usage pour les substances suivantes :
  - 12 des 14 substances étudiées via la grille IEM : dioxines, métaux (antimoine, cobalt, chrome, cuivre), COHV (1,2-dichloroéthylène, chlorobenzène, dichlorométhane), HAP (dibenzo(a,h)- et benzo(a)-anthracène), formaldéhyde.
- L'état du milieu AIR AMBIANT EXTERIEUR nécessite une réflexion plus approfondie avant de s'engager dans un plan de gestion, sans toutefois nécessiter une action rapide, pour les substances suivantes :
  - 2 des 14 substances étudiées via la grille IEM : COHV (1,2-dichloroéthane) et acétaldéhyde.

##### Interprétation des résultats de calcul de risques sanitaires pour les populations, en moyenne (teneurs moyennes)

En moyenne, les risques sanitaires liés à l'inhalation d'air ambiant extérieur sont sensiblement identiques et demeurent proche du seuil de compatibilité certaine, tout en le dépassant.

La poursuite de l'interprétation des résultats de calculs de risques sanitaires est présentée ci-dessous dans le paragraphe dédié à l'étude des incertitudes grevant les calculs d'exposition.

#### 4.4.5.3. Etude des incertitudes

L'étude de sensibilité du paramétrage des calculs de la grille IEM pour les substances proches du seuil de compatibilité certaine met en évidence les éléments suivants.

##### Pour le 1,2 dichloroéthane :

- **Incertaines relatives aux teneurs dans l'air ambiant extérieur :**

Les données disponibles proviennent de deux campagnes menées à une dizaine d'années d'écart, parmi lesquelles seules les données les plus récentes, issues de la campagne ATMO AURA menée dans le cadre de l'étape 2 de la présente étude de zone en 2015 et 2016, ont été exploitées.

Les données plus anciennes sont associées à l'Evaluation Quantitative des risques Sanitaires relative à l'inhalation de composés organiques volatiles, métaux lourds et hydrocarbures aromatiques polycycliques, qui a été réalisée en 2008, conjointement par le CIRE et l'INVS. Les teneurs en 1,2-dichloroéthane étaient nettement supérieures aux teneurs mesurées en 2015-2016 sur le Sud Grenoblois, ainsi qu'aux teneurs habituellement quantifiées en milieu urbain, comme illustré ci-dessous.

Zones		Sud Lyonnais			Sud grenoblois			Roussillon	
Points de mesure		PB	SF	V	J	PC	E	RC	RF
O O	1,2-Dichloroéthane	0,1 - 0,1			18 - 13	3,1 - 2,1		0,1 - 0,1	

Tableau 38 – Milieu AIR EXTERIEUR – Extrait de l'EQRS réalisée en 2008 par l'INVS/CIRE – teneurs mesurées en 1,2-dichloroéthane (en µg/m<sup>3</sup>)

Famille	Substance	Unité	Champagnier	Champ-sur-Drac	Échirolles	Grenoble	Jarrie	Le Pont-de-Claix	Vizille
			Moyennes sur 2015-2016						
COHV	1,2-dichloroéthane	µg/m <sup>3</sup>	-	0,30	0,44	0,36	0,18	0,34	-
analysé sur canister (pas d'analyse sur tube disponible)									

Tableau 39 – Milieu AIR EXTERIEUR – teneurs mesurées en 1,2-dichloroéthane (en µg/m<sup>3</sup>) par ATMO AURA

Cette nette diminution entre la fin des années 2000 et 10 ans plus tard en 2015-2016, provient vraisemblablement de l'arrêt d'une partie de l'activité d'ARKEMA sur la plateforme chimique de Jarrie, qui générait des rejets de 1,2-dichloroéthane.

Aucune incertitude n'est retenue sur la représentativité des teneurs en 1,2-dichloroéthane de la qualité actuelle de l'air de la zone d'étude du Sud Grenoblois.

▪ **Incertitudes relatives au comportement des récepteurs :**

Le principal facteur influençant les résultats de calculs de risques sanitaires réside dans la durée journalière d'exposition. En première approche, elle a été prise égale à 24h, considérant une contribution significative de l'air extérieur à l'air intérieur

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, l'environnement et du travail (Anses), a réalisé en mai 2019 une étude afin de déterminer les transferts entre l'air extérieur et l'air intérieur et in fine d'évaluer la contribution de la pollution extérieure sur l'air intérieur. Elle conclut comme suit :

« L'analyse de la littérature souligne la complexité et la multiplicité des paramètres qui interviennent et influent de manière positive ou négative sur le transfert de polluants issus de l'air extérieur dans les environnements intérieurs. [...] Pour les composés organiques volatils (COV), le transfert est affecté par les processus d'adsorption et de désorption avec la surface des matériaux. Ces phénomènes ont un effet double : atténuer les variations de concentrations intérieures en polluants, et retarder légèrement les pics de concentration intérieure qui résultent des variations de concentrations extérieures ou des émissions par les sources. Les composés organiques semi volatils (COSV) présents dans la phase particulaire sont pour leurs parts sujets à des dépôts sur les matériaux qui tendent à abaisser leur concentration intérieure par rapport à l'extérieur. Pour ces polluants, les différences de température entre l'extérieur et l'intérieur peuvent également occasionner une modification du partitionnement entre les phases gazeuse et particulaire. »

L'étude de l'ANSES ne permet de quantifier la contribution de l'air extérieur à la qualité de l'air intérieur et d'en déduire la durée d'exposition des populations à l'air ambiant extérieur.

Pour la présente étude de sensibilité, un cas moins sécuritaire que l'approche initiale est étudié sur l'hypothèse d'une exposition no pas 24/24h mais 8/24h, dont les résultats sont présentés ci-dessous.

Voie d'exposition unique : Inhalation d'air ambiant extérieur										
Paramètres	Milieu naturel	Comportement des récepteurs				VTR des substances		Risque lié aux substances		
	Cse	Te	T	Ef	Tm	à seuil d'effet	sans seuil d'effet	à seuil d'effet	sans seuil d'effet	
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation	Concentration de la substance dans l'air extérieur	Fraction du temps d'exposition pendant une journée	Durée d'exposition théorique	Fréquence d'exposition	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	Quotient de Danger (QD)	Excès de risque individuel (ERI)	
	Unité	µg/m3	heure /24	an	jour /365	an	µg/m3	(µg/m3)-1	-	-
Famille	Substance	Mesure terrain (max.)	Données issues de bases de données			Données issues de bases de données		Calculs		
COHV	1,2-dichloroéthane									
	Enfants (0 - 6 ans)	0,44	0,3	6	0,90	70	400	3,4E-06	0,000	4E-08
	Adultes (18 ans et +)	0,44	0,3	70	0,90	70	400	3,4E-06	0,000	4,5E-07
Interprétation	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés							< 0,2	< 1E-06	
	Intervalle nécessitant une réflexion plus approfondie avant de s'engager dans un plan de gestion							0,2 - 5	1E-06 - 1E-04	
	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages							> 5	> 1E-04	

Tableau 40 – Milieu AIR EXTERIEUR : grille IEM – Evaluation des incertitudes pour le 1,2-dichloroéthane

L'incertitude relative au comportement des récepteurs est considérée comme significative, la variation du temps d'exposition à l'air extérieur est susceptible de conduire à la compatibilité certaine.

▪ **Incertaines relatives à la VTR :**

Pour le 1,2-dichloroéthane, une VTR émise par l'ANSES est disponible et a été retenue.

Aucune incertitude relative à la VTR n'est retenue.

### Acétaldéhyde

▪ **Incertaines relatives aux teneurs dans l'air ambiant extérieur :**

Les données disponibles proviennent d'une unique station de surveillance, celle de Grenoble Les Frênes située en limite nord de la commune d'Eybens, et caractérisant le fond urbain, alors que la zone d'étude est composée en partie de milieux semi-urbains.

Aussi, une incertitude est retenue à l'endroit de la représentativité par les données disponibles de l'exposition des populations de la zone d'étude. Cette incertitude est susceptible de modifier les conclusions dans le sens d'une compatibilité des teneurs en acétaldéhyde avec les usages.

▪ **Incertaines relatives au comportement des récepteurs :**

Pour la présente étude de sensibilité, un cas moins sécuritaire que l'approche initiale est étudié sur l'hypothèse d'une exposition à l'air extérieur, non pas de 24/24h mais de 8/24h. Cette hypothèse est associée à une hypothèse corollaire d'exposition des 16 heures restantes /24h, à l'air intérieur, dont la qualité est supposée exempte des substances à risques présentes dans l'air extérieur. Les résultats sont présentés ci-après.

Voie d'exposition unique : Inhalation d'air ambiant extérieur										
Paramètres		Milieu naturel	Comportement des récepteurs				VTR des substances		Risque lié aux substances	
		Cse	Te	T	Ef	Tm	à seuil d'effet	sans seuil d'effet	à seuil d'effet	sans seuil d'effet
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation		Concentration de la substance dans l'air extérieur	Fraction du temps d'exposition pendant une journée	Durée d'exposition théorique	Fréquence d'exposition	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	Quotient de Danger (QD)	Excès de risque individuel (ERI)
Unité		µg/m3	heure /24	an	jour /365	an	µg/m3	(µg/m3)-1	-	-
Famille	Substance	Mesure terrain (max.)	Données issues de bases de données				Données issues de bases de données		Calculs	
Aldéhyde	<b>Acétaldéhyde</b>									
	Enfants (0 - 6 ans)	1,51	0,3	6	0,90	70	160	2,2E-06	0,00	9E-08
	Adultes (18 ans et +)	1,51	0,3	70	0,90	70	160	2,2E-06	0,00	1,0E-06
Interprétation	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés								< 0,2	< 1E-06
	Intervalle nécessitant une réflexion plus approfondie avant de s'engager dans un plan de gestion								0,2 - 5	1E-06 - 1E-04
	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages								> 5	> 1E-04

Tableau 41 – Milieu AIR AMBIANT EXTERIEUR : grille IEM – Evaluation des incertitudes pour le acétaldéhyde

L'incertitude relative au comportement des récepteurs est considérée comme significative, la variation du temps d'exposition à l'air extérieur est susceptible de conduire à la compatibilité certaine.

▪ **Incertitudes relatives à la VTR :**

Pour l'acétaldéhyde, une VTR émise par l'USEPA est disponible et a été retenue.

Aucune incertitude relative à la VTR n'est retenue.

## 4.5. CONCLUSION POUR LE MILIEU AIR AMBIANT EXTERIEUR

L'étude de compatibilité du milieu AIR AMBIANT EXTERIEUR avec ses usages conduit aux conclusions suivantes :

### L'absence d'action de gestion sanitaire requise pour :

- **Oxydes de type : ozone, monoxyde de carbone, dioxyde de soufre**
- **Dioxines**
- **PCB (dioxine-like ou indicateurs)** - Une incertitude existe en raison du faible jeu de données, de plus relativement ancien (unique jeu de données datant de 2008), faiblement représentative de l'exposition chronique des populations.
- **Les 4 métaux lourds réglementés en air ambiant (As, Cd, Ni et Pb)**, les niveaux mesurés sur tous les sites respectent très largement les valeurs réglementaires fixées en moyenne annuelle. **Pour les autres métaux**, leurs teneurs annuelles moyennes respectent les valeurs de bruit de fond, excepté pour 3 métaux (antimoine, chrome et cuivre). Pour ces 3 métaux, le résultat du calcul de risque sanitaire confirme la compatibilité des teneurs avec les usages.
- **COHV** : lorsque des valeurs réglementaires existent, elles sont respectées (perchloroéthylène, 1,3-butadiène) ou bien le résultat du calcul de risque sanitaire confirme la compatibilité des teneurs avec les usages, excepté pour le 1,2-dichloroéthane et tétrachlorométhane.
- **BTE(X)** : les valeurs de bruit de fond sont respectées et a fortiori les valeurs réglementaires (benzène, toluène, éthylbenzène)
- **HAP** : lorsque des valeurs de bruit de fond ou réglementaires existent, elles sont respectées (benzo(a)pyrène, naphthalène) ou bien le résultat du calcul de risque sanitaire confirme la compatibilité des teneurs avec les usages.
- **Aldéhydes** : seul 1 des 3 aldéhydes étudiés respecte la valeur de bruit de fond (acroléine)

Il est à noter que parmi ces substances, une partie présente parfois des valeurs supérieures au bruit de fond retenu, indiquant une dégradation du milieu air ambiant extérieur, sans toutefois être associé à des enjeux sanitaires. C'est le cas des dioxines, des 4 métaux réglementés (As, Cd, Ni et Pb) et d'autres métaux (Sb, Cr, Cu), d'un COHV (1,2-dichloroéthane) et d'aldéhydes (form- et acté-aldéhyde). Cependant, la dégradation du milieu semble de faible ampleur avec des teneurs maximales qui atteignent seulement 1 à 5 fois la valeur de bruit de fond, excepté pour certains métaux (Cr, Cu, Ni, Pb) où ce facteur atteint 10 à 40, potentiellement en lien avec le fond géochimique local.

**La nécessaire réflexion approfondie à l'endroit d'un COHV (1,2-dichloroéthane et d'un aldéhyde (acétaldéhyde)**, en raison de la catégorisation à l'issue du calcul de risque sanitaire dans l'intervalle nécessitant une réflexion plus approfondie avant de s'engager dans un plan de gestion. Le 1,2-dichloroéthane avait déjà été identifié comme induisant un risque sanitaire généralisé sur la zone d'étude du Sud Grenoblois, en 2008, lors de la précédente étude sanitaire menée conjointement par le CIRE et l'INVS, en raison de teneurs largement supérieures à celle observées en 2015-2016. Il convient toutefois de noter que les mesures en acétaldéhyde sont localisées en un seul point de mesure (au nord d'Echirolles), urbain, non représentatif de l'ensemble de la population de la zone d'étude Sud Grenoblois, a contrario des mesures en COHV.

### Le besoin de poursuite de la réflexion pour :

- **Poussières / NO2** : une partie des habitants du Sud Grenoblois sont exposés à des dépassements des seuils réglementaires fixés pour les poussières et les oxydes d'azote, en lien avec les émissions du transport routier qui reste la source d'émission majeure de dioxyde d'azote. Il s'agit des habitants proches des axes routiers majeurs (rocade et autoroute), tandis que la majorité des habitants, résidant en zone urbaine ou semi-urbaine ne sont pas concernés par ces dépassements.

**L'absence de données pour certaines substances considérées comme étant d'intérêt : métaux [sélénium, chrome VI], COHV [chlorobenzène, chloroéthane, chlorométhane], HAP [acénaphthène, fluorène, phénanthrène, pyrène], autres composés [Monoxyde de carbone, HCl].**

## 5. IEM POUR LE MILIEU AIR AMBIANT INTERIEUR (GAZ DU SOL)

### 5.1. MILIEU AIR AMBIANT INTERIEUR : DONNEES D'ENTREE

#### 5.1.1. Présentation des données disponibles

Pour le milieu GAZ du SOL, les données considérées dans le cadre de la présente étape 3 de l'étude de zone sont listées ci-dessous :

- données acquises en 2018 et 2019 au cours de l'étape 2 de la présente étude de zone,
- données acquises par ARKEMA au droit de l'espace de la Madeleine (ancienne décharge de résidus chimiques) en 2006.

#### 5.1.2. Liste des substances d'intérêt

Les substances considérées d'intérêt au cours de chacune des étapes de l'étude de zone sont listées en annexe, ainsi que leur sélection opérée selon le processus précédemment exposé.

Pour le milieu GAZ du SOL, les familles des COHV et hydrocarbures sont retenues. Les substances d'intérêt initialement identifiées au sein de ces familles ont été présentement augmentées des substances étudiées dans l'air ambiant extérieur, comme mentionné dans le tableau ci-dessous.

cellules colorées : données disponibles avec teneurs quantifiées d'après l'étude de phase 1

1 : Rapport de Phase 1, ANTEA, 2014 - Ch.4 : Sélection des substances à intérêt

2 : Rapport de Phase 1, ANTEA, 2014 - Ch.5 : Propositions des investigations complémentaires

3 : CCTP pour la phase 2, BG, 2017 : Avis BG sur les inv compl

4 : CCTP pour la phase 2, BG, 2017 : Avis Comité de Pilotage sur les inv compl

5 : Rapport de Phase 2, ARTELIA, 2018 - Paramètres recherchés

6 : Rapport de Phase 3, ARTELIA 2020 - Liste des substances pertinentes pour qualifier l'état des milieux et quantifier le risque

Familles	Substances	Matrice					
		Gaz du sol					
		1	2	3	4	5	6
COHV	1,2-dichloroéthane					R	E*
	1,1,2 Trichloréthane	v	O	A		R	E
	1,2-dichloroéthylène	v	O	A		R	E
	1,1 dichloroéthane	v	O	A		R	E
	Chlorure de vinyle	v	O	A		R	E
	Tétrachlorure de carbone	v	O	A		R	E
	Dichlorométhane					R	E
	Tétrachloroéthylène (PCE)					R	E*
	Chloroforme	v	O	A		R	E
	Chlorobenzènes	monochlorobenzène	v	O	A		R
dichlorobenzènes		v	O	A		R	E
HC	Hydrocarbures totaux	v	O	A		R	E
HA (cycles benzéniques)	cumène (C9H12)	v	O	A		R	E
	Benzène	v	O	A		R	E
BTEX	Ethylbenzène					R	E*
	Toluène					R	E*

Absence de données communiquées à ARTELIA

Tableau 42 – Milieu GAZ du SOL : Liste des substances d'intérêt

### 5.1.3. Sélection des données d'entrée

Pour rendre compte de la qualité du milieu GAZ du SOL de la zone d'étude du Sud Grenoblois, les données disponibles dans les documents suivants pour chaque substance d'intérêt ont été utilisées :

**Matrice : GAZ du SOL**

Commanditaire	Date	Localisation	Nature des données
SPPPY/ APORA	juillet-19	Sud Grenoblois	Etude de phase 2 de l'EZ : Diagnostic de l'état des milieux – investigations complémentaires

Tableau 43 – Milieu GAZ du SOL : données utilisées

La comparaison aux valeurs repères a été effectuée à partir de la moyenne des données des campagnes estivales et hivernales sur chaque commune afin de rendre compte de l'exposition chronique des populations dans leur logement et des variations saisonnières.

Les autres données disponibles concernent les gaz du sol au droit d'une ancienne décharge d'un site industriel, acquises en 2006. De par l'ancienneté des données et leur faible représentativité de l'exposition des populations, ces données n'ont pas été utilisées dans cette étape comparative.

Au demeurant, les données transmises par les industriels sont utilisées dans la partie suivante de la présente étude : la recherche des contributions respectives des sources à la contamination des milieux.

## 5.2. MILIEU GAZ DU SOL : UNE METHODOLOGIE SPECIFIQUE

Dans le cadre d'une IEM, le traitement du milieu AIR AMBIANT INTERIEUR suit une méthodologie spécifique. Les mesures dans les gaz du sol positionnées et réalisées en étape 2 de l'étude de zone visaient à évaluer la qualité de l'air AMBIANT INTERIEUR sur le Sud Grenoblois.

Concrètement, la méthodologie IEM appliquée aux autres milieux est présentement modifiée conformément au guide Sites et Sols Pollués édités par le Ministère de l'Environnement en 2017, comme suit :

- Les valeurs de gestion réglementaire sont remplacées par les « valeurs d'analyse de la situation ».

Issue de la démarche de diagnostics dans les lieux accueillant les enfants et les adolescents, 3 seuils (R1, R2 et R3) ont été définis et constituent désormais des valeurs d'analyse de la situation.

Ces seuils sont les suivants :

- R1 correspond aux valeurs de gestion qui sont par ordre de priorité, les valeurs réglementaires disponibles, les valeurs cibles ou repères du HCSP, les valeurs guides de qualité d'air intérieur (VGAI) de l'ANSES et, à défaut, les VTR sélectionnées selon les modalités de la circulaire de la DGS parue en 2014, présentées et ramenées en concentration d'exposition ;
- R2 correspond dans la plupart des cas aux valeurs réglementaires ou aux seuils d'action définis par le HCSP. Dans les autres cas, les valeurs retenues sont définies dans la note de l'INERIS du 2 février 2016 ;
- R3 correspond aux valeurs telles que définies dans la note de l'INERIS. Il s'agit de VTR aiguës disponibles pour les expositions sur une courte période et en aucun cas des VTR aiguës pour la gestion des risques accidentels.

- La teneur en gaz du sol est ensuite modélisée pour évaluer les concentrations dans l'air intérieur, selon l'une ou l'autre des approches suivantes : utilisation des facteurs de dilution ou utilisation de modèles de transfert. Cette teneur modélisée est dénommée « concentration estimée ou  $C_{est}$  ».
- La concentration estimée dans l'air intérieur,  $C_{est}$ , est enfin comparée aux valeurs d'analyse de la situation,  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$ , pour catégoriser les substances selon la grille d'interprétation suivante :

Interprétation sur critères toxicologiques	Pondération selon les données de bruit de Fond	Actions complémentaires à engager pour ce polluant
$C_{est} < R_1$		<p>La présence de ce polluant ne pose pas de problème (cf. § 2.4.2.d).</p> <p>Le processus se poursuit suivant les dispositions du § 2.5.1.</p>
$R_1 \leq C_{est} < R_2$	$< OQAI_{p90}$ ou autres	<p>La qualité de l'air pour ce polluant est inférieure ou comparable à celle mesurée dans 90% des logements français par l'OQAI (ou d'autres bases).</p> <p>En fonction des résultats obtenus sur les autres polluants, la pertinence d'un contrôle de la qualité de l'air intérieur est à examiner.</p> <p>Le processus se poursuit suivant les dispositions du § 2.5.1 ou du § 2.4.7.b si un contrôle de la qualité de l'air intérieur est réalisé.</p>
	$\geq OQAI_{p90}$ ou autres	<p>La qualité de l'air intérieur doit être contrôlée.</p> <p>Si seul ce polluant conduit à ce contrôle, le contrôle de la qualité de l'air peut se limiter à ce seul polluant ou à la famille de composés à laquelle appartient le polluant.</p> <p>Le processus se poursuit suivant les dispositions du § 2.4.7.b.</p>
$R_2 \leq C_{est} < R_3$		<p>La qualité de l'air intérieur doit être contrôlée.</p> <p>Dans l'attente des résultats des contrôles, l'aération des locaux concernés (vérification du bon fonctionnement de la ventilation, aération ouverture des fenêtres...) est recommandée.</p> <p>Le processus se poursuit suivant les dispositions du § 2.4.7.b.</p>
$C_{est} \geq R_3$		<p>La qualité de l'air intérieur doit être contrôlée.</p> <p>Dans l'attente des résultats des contrôles, il est recommandé d'améliorer l'aération des locaux concernés (vérification du bon fonctionnement de la ventilation, aération ouverture des fenêtres...).</p> <p>Des mesures telles que l'éloignement des occupants ou l'inutilisation des locaux concernés sont à considérer lorsque des contrôles ont été réalisés sur l'air intérieur et ne sont pas pertinentes lorsque la qualité de l'air intérieur est estimée à partir des gaz du sol.</p> <p>Le processus se poursuit suivant les dispositions du § 2.4.7.b.</p>

Tableau 44 – Milieu AIR INTERIEUR : grille d'interprétation

## 5.3. MILIEU GAZ DU SOL : SELECTION DES VALEURS REPERES

### 5.3.1. Valeurs de bruits de fond disponibles

La méthodologie d'IEM décrite dans le guide Sites et Sols Pollués édités par le Ministère de l'Environnement en 2017 cite des études auxquelles adosser l'évaluation de la dégradation de l'environnement. Dans le cas de l'air ambiant intérieur, les données de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) sont citées, pour lesquelles il est recommandé de s'appuyer sur le percentile 90.

Pour rappel, il s'agit d'une campagne nationale de mesure de la qualité de l'air ambiant réalisée entre 2003 et 2005 dans 567 logements français. Les paramètres sont exclusivement des composés organiques volatils. Une campagne de mise à jour est en cours depuis 2016.

### 5.3.2. Valeurs de gestion réglementaires ou « valeur d'analyse de la situation »

Pour chaque substance d'intérêt, les valeurs d'analyse de la situation ont été :

- Recherchées dans la dernière mise à jour du rapport d'étude INERIS « Synthèse des valeurs réglementaires pour les substances chimiques, en vigueur dans l'eau, l'air et les denrées alimentaires en France au 1er novembre 2009 ». La dernière version publiée par l'INERIS le 13/03/2018 sous le n° de rapport INERIS-DRC-17-164559-10404A a été utilisée.
- Vérifiées ou construites au besoin à partir du Portail des Substances Chimique, où l'INERIS met à jour les valeurs réglementaires disponibles, par application de l'ordre de priorité mentionné dans le guide SSP d'avril 2017 et en cohérence avec la circulaire de la DGS émise en 2014.

### 5.3.3. Valeurs de gestion réglementaires retenues

Le tableau ci-dessous présente les valeurs de bruit de fond et de gestion réglementaires retenues.

en mg/m3		Valeur de Bruit de fond	Valeurs réglementaires	
			Valeurs d'analyse de la situation (Méthodologie Nationale Gestion SSP, Avril 2017)	
Substances recherchées		Campagne nationale "Logements" de l'OQAI (2003-2005) - Percentile 90	Borne R1	Origine
Composés aromatiques	Cumène	-	0,4	(VTR à seuil US EPA 1997)
	Naphtalène	-	0,01	(Valeur repère HCSP 2012)
	Benzène	0,006	0,002	(VGAI ANSES 2011)
	Toluène	0,047	19	(VTR à seuil ANSES 2017)
	Ethylbenzène	0,008	1,5	(VGAI ANSES 2016)
	Somme Xylènes	0,030	0,18	(VTR à seuil Santé Canada 2010)
COHV	Chlorure de Vinyle	-	0,0026	(VTR à seuil ANSES 2012)
	Somme cis/trans-1,2- Dichloroéthylènes	-	0,06	(VTR à seuil RIVM 2007)
	Dichlorométhane	-	0,01	(VTR à seuil OEHHA 2009)
	1,1-Dichloroéthane	-	0,01	(VTR sans seuil OEHHA 1999)
	Trichlorométhane [chloroforme]	-	0,063	(VTR à seuil AFSSET, 2008)
	1,2-Dichloroéthane	-	0,003	(VTR à seuil ATSDR 2001)
	Tétrachlorométhane	-	0,038	(VTR à seuil ANSES, 2017)
	1,1,2-Trichloroéthane	-	0,001	(VTR sans seuil US EPA 1988)
	Trichloroéthylène	0,003	0,002	(Valeur repère HCSP 2012 / VGAI cible ANSES)
Tétrachloroéthylène	0,005	0,25	(Valeur repère HCSP, 2010)	
Chlorobenz ènes	Chlorobenzène	-	0,01	(VTR à seuil Santé Canada, 2010)
	1,2-Dichlorobenzène	-	0,6	(VTR à seuil RIVM 2001)
	1,3-Dichlorobenzène	-	?	
	1,4-Dichlorobenzène	0,069	0,0009	(VTR à seuil OEHHA, 2009)
HYDROCAR BURES TOTAUX	Fraction C5-C16	-	0,2	(VTR à seuil TPHCWG 1999)

Tableau 45 – Milieu AIR INTERIEUR : Synthèse des valeurs de bruits de fond et de gestion réglementaires retenues

## 5.4. MILIEU GAZ DU SOL : COMPARAISON DES VALEURS MESUREES AUX VALEURS REPERES

### 5.4.1. Estimation de la concentration dans l'air intérieur à partir des gaz du sol

Les gaz du sol ont été prélevés à proximité d'habitations en vue de modéliser leur contribution à la qualité de l'air ambiant intérieur des habitations, qui est en partie constitué des gaz du sol.

En l'absence de précisions, il est considéré le cas conservateur d'une habitation disposant d'un inter-sol non ventilé en terre battue dont l'air est constitué exclusivement des gaz du sol, remontant ensuite au rez-de-chaussée où vivent les résidents.

Un abattement d'un facteur 10 entre un vide sanitaire et l'étage supérieur est fréquemment considéré. Cette valeur est issue de mesures sur sites entre l'air de vides sanitaires et l'air intérieur pour des planchers en bétons. Cette valeur est préconisée par le modèle intégré HESP et recommandée par le RIVM (report n°711701021 de mars 2001, Evaluation and revision of the CSOIL parameter set).

Ce facteur d'abattement de 10 sera utilisé pour estimer à partir des teneurs en polluants dans les gaz du sol, les concentrations dans l'air ambiant intérieur,  $C_{est}$ .

Cette démarche est particulièrement conservatrice, dans la mesure où le facteur d'abattement entre les teneurs dans l'air du sol et l'air intérieur de 10 est particulièrement faible.

### 5.4.2. Comparaison aux valeurs repères par substance

La comparaison des résultats des analyses de sols est présentée dans le tableau page suivante et son interprétation à la suite du tableau.

en mg/m3		mpagnes 2018-20		Campagnes 2018-2019								Comparaison aux valeurs repères				
		Echantillons prélevés le 10/01/2019 (mg/m3)		Concentrations mesurées dans les gaz du sol				Facteur d'abattement gaz du sol -> Air ambiant intérieur	Concentrations estimées dans l'air ambiant intérieur				Valeur de Bruit de fond	Valeurs réglementaires	Conclusion	
		Pzr8bis (remplace Pzr8)	Pzr9bis (remplace Pzr9)	Pont-de-Claix Nord	Echirolles Ouest	Champ-sur-Drac	Claix		Pont-de-Claix Nord	Echirolles Ouest	Champ-sur-Drac	Claix				
Substances recherchées			moyenne Pzr1à4	moyenne Pzr5à6	moyenne Pzr7à8	teneur Pzr9bis		moyenne Pzr1à4	moyenne Pzr5à6	moyenne Pzr7à8	teneur Pzr9bis	Campagne nationale "Logements" de l'OQAI (2003-2005) mg/m3 Percentile 90	Valeurs d'analyse de la situation (Méthodologie Nationale Gestion SSP, Avril 2017)  Borne R1	Classement : en rouge : usage des grilles IEM requis en orange : plan de gestion simple en vert : aucune action particulière		
Composés aromatiques	Cumène	0,018	0,008	0,003	0,002	0,006	0,008	10	0,0003	0,0002	0,0006	0,0008	-	0,4	Dégradation du milieu ? Pas de BDF Dépassement des VR ? NON => Aucune action particulière à mettre en place	
	Naphtalène	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	10	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	-	0,01		
	Benzène	0,009	0,005	0,015	0,014	0,008	0,005	10	0,0015	0,0014	0,0008	0,0005	0,006	0,002		
	Toluène	0,029	0,048	0,057	0,060	0,062	0,048	10	0,006	0,006	0,006	0,005	0,047	19		
	Ethylbenzène	0,012	0,02	0,030	0,019	0,026	0,020	10	0,003	0,002	0,003	0,002	0,008	1,5		
	Somme Xylènes	0,1	0,1	0,197	0,121	0,166	0,140	10	0,020	0,012	0,017	0,014	0,030	0,18		
COV	Chlorure de Vinyle	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	10	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	-	0,0026	Dégradation du milieu ? Pas de BDF Dépassement des VR ? NON => Aucune action particulière à mettre en place	
	Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	10	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	-	0,06		
	Dichlorométhane	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	10	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	-	0,01		
	1,1-Dichloroéthane	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	10	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	-	0,01		
	Trichlorométhane (chloroforme)	0,002	0,024	0,002	0,018	0,006	0,024	10	0,0002	0,0018	0,0006	0,0024	-	0,063		
	1,2-Dichloroéthane	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	10	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	-	0,003		
	Tétrachlorométhane	0,006	0,002	0,003	0,012	0,005	0,002	10	0,0003	0,0012	0,0005	0,0002	-	0,038		
	1,1,2-Trichloroéthane	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	10	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	-	0,001		
	Trichloroéthylène	0,0004	0,0004	0,002	0,016	0,001	0,0004	10	0,0002	0,0016	0,0001	0,00004	0,003	0,002		Dégradation du milieu ? NON Dépassement des VR ? NON => Aucune action particulière à mettre en place
	Tétrachloroéthylène	0,003	0,002	0,055	0,292	0,066	0,002	10	0,005	0,029	0,007	0,0002	0,005	0,25		Dégradation du milieu ? OUI Dépassement des VR ? NON => Etude d'un plan de gestion simple ?
Chlorobenzènes	Chlorobenzène			0,0005				10	0,00005				-	0,01	Dégradation du milieu ? Pas de BDF Dépassement des VR ? NON => Aucune action particulière à mettre en place	
	1,2-Dichlorobenzène			0,0004				10	0,00004				-	0,6		
	1,3-Dichlorobenzène			0,0008				10	0,00008				-	-		
	1,4-Dichlorobenzène			0,0004				10	0,00004				0,069	0,0009		
HYDROCARBURE	Fraction C5-C16	0,467	0,936		1,80	1,45	0,94	10		0,18	0,15	0,09	-	0,2	Dégradation du milieu ? Pas de BDF Dépassement des VR ? NON => Aucune action particulière à mettre en place	

: substance non recherchée

xxxx) : teneur inférieure à la limite de quantification

en rouge : valeurs supérieures aux BDF

xxx) : valeur supérieure à la VR

Valeur respectée

Valeur dépassée

Tableau 46 – Milieu AIR INTERIEUR : comparaison aux valeurs repères

L'analyse des premiers éléments issus de la comparaison des teneurs estimées dans l'air intérieur avec les bruits de fond et les valeurs réglementaires existantes, pour chaque substance montre que la totalité des concentrations estimées dans l'air ambiant intérieur sont cohérentes avec les bruits de fond et respectent les valeurs d'analyse de la situation.

Une seule exception est à noter à l'endroit du PCE (tétrachloroéthylène), dont les teneurs estimées dans l'air intérieur dépassent quasi-systématiquement la valeur de bruit de fond, mais respectent au demeurant les valeurs d'analyse de la situation. Egalement, à l'endroit du PCE, il est à noter les incertitudes suivantes :

- Sur une même campagne (aout 2018), les teneurs en PCE varient largement dans les 9 différents piézairs, entre la limite de quantification de 0,01 jusqu'à 0,70 mg/m<sup>3</sup> dans le PzR5 situé à Echirolles Ouest.
- Aucun lien n'apparaît avec la qualité des eaux souterraines :
  - Au niveau des sites industriels, les teneurs atteignent au maximum 60 µg/l, ce qui est reste du même ordre de grandeur que la norme de qualité environnementale (NQE) pour les eaux souterraines fixée à 10µg/l et la valeur guide pour l'eau destinée à la consommation humaine fixée par l'OMS à 40 µg/l.
  - Le PCE n'est pas recherché dans l'eau de la nappe alluviale au niveau des qualitomètres de surveillance des plateformes chimiques de Jarrie (ouvrage référencé 07964X0392 W / PZD) et du Pont-de-Claix (ouvrage référencé 07964X0335F).

Il est par ailleurs à noter que la concentration estimée en hydrocarbures volatils (fraction C5-C16) proche de la valeur d'analyse de la situation fixée à 0,2 mg/m<sup>3</sup>, au droit du piézairs PzR5 où le maximum de PCE est également observé, ainsi que sur un autre piézair sur Echirolles (PzR6) et un piézair sur Champ-sur-Drac (PzR7).

## 5.5. CONCLUSION POUR LE MILIEU GAZ DU SOL / AIR AMBIANT INTERIEUR

L'étude de compatibilité du milieu AIR AMBIANT INTERIEUR avec ses usages conduit aux conclusions suivantes :

### L'absence d'action de gestion sanitaire requise pour l'ensemble des substances recherchées :

- Composés aromatiques volatils (BTEX, cumène, etc.)
- Composés organiques halogénés volatils
- Chlorobenzènes
- Hydrocarbures volatils (C5-C16)

### Le respect des valeurs de bruit de fond, excepté par le PCE (tétrachloroéthylène).

### Les incertitudes remarquables suivantes :

- Les teneurs en perchloroéthylène sont très variables d'un piézair à l'autre, sans que le suivi de la qualité des eaux souterraines au droit des sites industriels n'explique cette observation. Le suivi des qualitomètres à l'aval des plateformes de Jarrie et du Pont-de-Claix exclut ce paramètre.
- Les teneurs en hydrocarbures volatils (fraction C5-C16) conduisent à des teneurs estimées à l'intérieur des logements proches de la valeur d'analyse de la situation sur les communes d'Echirolles Ouest (PzR5 et 6) et de Champ-sur-Drac (PzR7).

### L'absence de corrélation avec les paramètres dégradant la qualité de l'air ambiant extérieur :

- les COHV (1,2-dichloroéthane, tétrachlorométhane), qui sont problématiques au niveau de l'air ambiant extérieur, sont, dans les gaz du sol au niveau de la limite de quantification, elle-même largement inférieure à la valeur réglementaire (= valeur d'analyse de la situation)
- l'acétaldéhyde, problématique au niveau de l'air ambiant extérieur, n'a pas été recherché dans les gaz du sol.

## 6. SYNTHÈSE DE L'ITEM

### 6.1. SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DES MILIEUX

#### 6.1.1. Synthèse par milieux

Le tableau page suivante récapitule pour chaque étape de l'évaluation de l'étude de zone les conclusions pour chaque milieu, sous forme synthétique, préalablement à la synthèse globale présentée dans le paragraphe suivant.

Milieu	SOL	VEGETAUX	AIR AMBIANT EXTERIEUR	AIR INTERIEUR (extrapolation à partir des GAZ du SOL)	EAU sout	EAU sup	SEDIMENT
Nbre de substances considérées	35	33	89	27	112	112	52
Etape 1 - Identification des substances d'intérêt	1-Synthèse des données disponibles 2-Identification des substances prioritaires						
Substances d'intérêt	9	17	46	18	43	68	20
Etape 2 - Terrain	Acquisitions de données complémentaires						
Etape 3a - Evaluation dégradation des milieux	Identification des milieux de qualité dégradée						
> valeur de bruit de fond	POP (dioxines, PCB-dl et -ndl) Métaux (Cu, Hg, Pb, Zn)	POP (dioxines, PCB-dl et -i) Métaux (Cu)	POP (dioxines) Métaux (Sb, As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb) COHV (1,2 DCA et 1,3 butadiène) Aldéhydes (formaldéhyde et acétaldéhyde)	COHV (tétrachloroéthylène (PCE))			
Etape 3c - Evaluation compatibilité des usages : comparaison aux VR	Identification des milieux incompatibles avec leurs usages						
> valeur réglementaire (VR)	-	POP (Dioxines pour 1/5 espèces du potager amendé avec des cendres)	Poussières (PM2,5) Oxydes d'azote (NO, NO2)	-			
Etape 3b - Evaluation compatibilité des usages : grille IEM	Identification des milieux où l'étude de la compatibilité doit être poursuivie						
compatibilité certaine	POP (PCB-ndl pour l'ingestion de sol par les adultes) Métaux (Cu, Hg, Zn, Pb pour l'ingestion de sols par les enfants)	POP (Dioxines, PCB-dl, PCB-ndl), yc 4/5 espèces du potager amendé avec cendres Métaux (Sb, Cr, Cu, Hg, Pb, V) HAP	POP (Dioxines, PCB-dl, PCB-ndl) Oxydes (ozone, SO2) Métaux (As, Cd, Hg, Mn, Ni, Pb, V) COV (1,2 DCE, chlorobenzène, CCl4, dichlorométhane, PCE, 1,3 butadiène, BTEX, HAP) Aldéhydes (formaldéhyde, acroléine)	Composés aromatiques (triméthylbenzène, naphthalène, BTEX, etc.) COHV (1,2 DCA, PCE, etc.) Chlorobenzènes Hydrocarbures totaux			
inclus dans l'intervalle de compatibilité incertaine nécessitant une réflexion plus approfondie	POP : dioxines, PCB-dl pour l'ingestion de sol par les enfants (hors aires de jeux/écoles) et les adultes POP : PCB-ndl pour l'ingestion de sol par les enfants Métaux : Pb pour l'ingestion de sol par les adultes	-	Poussières (PM10) COHV (1,2 dichloroéthane) Aldéhydes (acétaldéhyde)	-			
incompatibilité certaine - grille IEM	-	-	-	-			
Etape 3d - Incertitudes	Identification des incertitudes						
relatives aux données d'entrée	-	- jeu de données faiblement représentatif du milieu pour les POP et les métaux (Cu, Hg, Pb) : 2 à 3 jardins investigués <b>- Absence de données de terrain pour certaines substances (chlore)</b>	- PCB : jeu de données non représentatif (unique campagne en 2008) - Aldéhydes et HAP : données uniquement disponibles sur la station des Frênes <b>- Métaux : pas de spéciation du Cr VI</b> - Absence de données de terrain pour certaines substances (CO, Cr VI, Se, COHV (Chlorure de benzyle, Chloroéthane, Chlorométhane), HAP (Acénaphène, Fluorène, Phénanthrène, Pyrène), HCl)	- Variabilité prévisible d'un facteur 10 des teneurs entre l'hiver et l'été <b>- variabilité non expliquée des teneurs en PCE</b> - ajout des TEX, de COHV à la liste des substances d'intérêt au vu des teneurs mesurées			
relatives aux BDF	Variabilité des teneurs naturelles en métaux sur de faibles distances	-	Métaux : les BDF proviennent d'une station en Drôme rurale, où le fond géochimique diffère du Sud Grenoblois.	-			
relatives aux VR	Recours à des VR allemandes et suisses (pas de VR française) Construction non détaillée de la VR allemande de 1 000 ng/kg applicable à l'usage résidentiel	POP : valeurs réglementaires applicables aux denrées alimentaires pour nourrissons et enfants - pas de valeurs pour adultes	PM10 : la VR appliquée est associée à un autre critère, non appliqué présentement. En cas d'application, les PM10 > VR autour des axes routiers principaux (comme pour les PM2,5)	-			
relatives à la modélisation (grille IEM)	Pb : unique VTR pour les effets sans seuil, par un organisme de réputation secondaire (OEHHA) d'après la circulaire de la DGS 2014	-	-	teneurs proches de la VR : benzène, hydrocarbures totaux			

Milieux écartés (exposition NON significative des populations, en raison de l'existence d'arrêtés réglementant les usages des milieux)

Tableau 47-Synthèse de la compatibilité des milieux avec les usages

## 6.1.2. Evaluation de la dégradation des milieux

L'étude de la dégradation des milieux permet de mettre en évidence la présence des substances suivantes à des teneurs supérieures au bruit de fond naturel, qui caractérise les milieux non urbanisés :

➤ **Polluants organiques persistants (dioxines /PCB de type dioxine ou non) :**

Les différents milieux de la zone d'étude du Sud Grenoblois étudiés (les sols, les végétaux et l'air ambiant extérieur) présentent une qualité nettement dégradée par la présence de dioxines/PCB, en comparaison à un environnement naturel et non urbanisé. Ce constat repose à la fois sur les études de l'étape 2 réalisées en 2019 et plus anciennes, remontant à 2006-2011 et effectuées sur les sols par les industriels autour de la plateforme de Jarrie (CEZUS (dorénavant FRAMATOME)) et du Pont-de-Claix.

La qualité des sols du Sud Grenoblois apparaît donc dégradée, avec toutefois une dégradation graduée (faible au droit des espaces collectifs habituellement fréquentés par des enfants, particulièrement marquée à proximité immédiate des plateformes du Pont-de-Claix et de Jarrie) comme illustré par les cartes présentées en annexe.

La bioaccumulation dans la chaîne trophique n'a pas été évaluée en l'absence de données sur la qualité des denrées issues de l'élevage animal local (lait, œufs, viande, etc.) et destinées à la consommation. Toutefois, aucune incertitude n'est retenue. En effet, lors de la l'étape 1 de l'étude de zone, les services en charge de la surveillance de la conformité alimentaire locale (services vétérinaires et communes) avaient indiqué ne pas avoir connaissance de « résultats hors normes ». La revue critique par le comité de pilotage de la présente étude de zone, réuni le 04 juillet 2017, a confirmé que : « Bien que le schéma conceptuel de l'étude retienne la voie d'exposition par ingestion des produits issus de l'élevage animal (lait, œufs, viande,...), celle-ci ne semble pas prépondérante sur la zone ».

➤ **COV (COHV, BTEX, HAP, aldéhydes) :**

Dans les milieux investigués (Air ambiant extérieur et gaz du sol), il est observé le respect des valeurs de bruit de fond pour une majeure partie des COV, excepté dans l'air ambiant extérieur pour le 1,2-dichloroéthane et les form- et acét-aldéhyde et dans l'air ambiant intérieur (extrapolé à partir des teneurs dans les gaz du sol) pour le tétrachloroéthylène. Ce constat est valable sur toutes les communes investiguées et situées près des 2 plateformes chimiques. Il est à noter l'incertitude sur la représentativité de la qualité de l'air du Sud Grenoblois par les données en aldéhydes mesurées en une unique station située au nord de la commune d'Echirrolles (Grenoble Les Frênes) et caractérisant le milieu urbain seulement (et pas semi-urbain comme sur une partie de la zone d'étude). Une seconde incertitude est relevée sur la représentativité des teneurs en PCE dans les gaz du sol par les mesures effectuées au regard de la variabilité d'un piézair à l'autre, lors d'une même campagne, n'écartant pas l'existence de points plus impactés.

➤ **Métaux (cuivre, mercure, plomb) :**

Le fond géochimique local du Sud Grenoblois est répertorié comme générant des teneurs dans les sols supérieures aux teneurs couramment observées dans les sols ordinaires pour certains métaux (cuivre, plomb, zinc), ainsi qu'une hétérogénéité des teneurs sur de faibles distances. Dans ce contexte, les teneurs en cuivre, plomb, zinc sont considérées comme majoritairement naturelles, même si une contribution anthropique diffuse est probable, au contraire des teneurs en mercure statistiquement plus élevées autour de la plateforme chimique de Jarrie, où la qualité des sols est donc considérée comme dégradée par les activités anthropiques, comme cela est illustré sur la figure n° 4 en annexe.

Cette situation des sols est sans impact significatif sur la qualité des végétaux produits dans les potagers de la zone d'étude, qui respectent les valeurs de bruit de fond pour ces 4 métaux.

En revanche, la qualité de l'air présente des dépassements des valeurs de bruit de fond retenues et représentatives de l'air ambiant de la Drôme rurale. En l'absence d'un bruit de fond local pour l'air ambiant permettant d'évaluer la contribution du fond géochimique, une incertitude est retenue sur la réalité de la dégradation de la qualité de l'air ambiant, notamment pour les 3 métaux (Cu, Pb, Zn) aux teneurs dans les sols a priori naturelles.

### 6.1.3. Evaluation de la comptabilité des milieux avec les usages

L'étude de la compatibilité des milieux avec leurs usages met en évidence une problématique principalement liée aux dioxines :

#### ➤ **dioxines et PCB de type dioxines (PCB-dl) :**

Les sols présentent une dégradation avérée, qui est toutefois peu marquée au droit des espaces publics et collectifs habituellement fréquentés par des enfants, les rendant tout à fait compatibles avec leur usage.

En ce qui concerne les usages privés résidentiels avec jardin (avec ou sans potager), où les populations sont exposées aux dioxines et PCB-dl par les voies d'ingestion involontaire de sol, ainsi que par la voie inhalation d'air ambiant, les teneurs en dioxines et PCB-dl sont compatibles avec les usages, excepté dans les jardins (potager ou non) sur le pourtour des plateformes chimiques de Jarrie comme du Pont-de-Claix. En effet, des valeurs dans ces jardins conduisent à des risques sanitaires élevés au regard des seuils d'acceptabilité retenus en France, pour les adultes et plus encore pour les enfants disposant d'un jardin privé en extérieur, plus exposés que les adultes en raison de leur comportement main-bouche et de leur faible masse corporelle.

En ce qui concerne les usages privés résidentiels avec potager, où les populations sont exposées aux dioxines et PCB-dl par une voie supplémentaire, la voie ingestion de végétaux autoproduits, les risques sanitaires sont écartés. En effet, malgré des teneurs dans les sols dépassant des valeurs de gestion ciblées en Suisse et en Allemagne (pas de valeur réglementaire en France), les teneurs en dioxines et PCB-dl dans les végétaux autoproduits et préparés soigneusement (lavage ou épluchage) respectent les valeurs de gestion européennes, excepté ponctuellement, au droit d'un jardin massivement amendé par des cendres. Cet amendement est suspecté d'avoir, ponctuellement dans ce jardin, augmenté la teneur en dioxines dans le sol, de sorte que les végétaux cultivés près du sol et difficile à laver (chou, brocolis, etc.) présentent des teneurs dépassant la valeur réglementaire.

Une incertitude quant à la représentativité des prélèvements réalisés sur les végétaux (vérification de la teneur en polluants dans les végétaux) par rapport à la situation globale sur la zone du Sud Grenoblois est toutefois retenue en raison du faible jeu de données disponibles. Ce jeu de données est néanmoins représentatif de la variabilité des teneurs en dioxines dans les sols (prélèvements de végétaux dans 3 jardins présentant des teneurs en dioxines entre 25 et 1310 ng ITEQ/kg) pour la réalisation de cette étape d'IEM.

Il convient de souligner que les populations exposées aux teneurs importantes en dioxines sont les mêmes que celles exposées au PCB-dl, ainsi qu'aux PCB-ndl évoqués ci-après. Le cumul des expositions n'est pas considéré par la démarche d'IEM de la présente étude de zone, dédiée à l'étude des risques substance par substance conformément aux prescriptions de l'INERIS (guide de 2011).

#### ➤ **PCB de type non dioxines (PCB-ndl) :**

Les sols présentent également une dégradation avérée en PCB-ndl, qui est toutefois moins marquée au droit des espaces publics et collectifs habituellement fréquentés par des enfants, les rendant tout à fait compatibles avec leur usage.

En ce qui concerne les usages privés résidentiels sans potager, les teneurs en PCB dans les sols présentent une compatibilité certaine avec les usages, excepté sur le pourtour des plateformes chimiques de Jarrie comme du Pont-de-Claix où les risques sont plus élevés et nécessitent une réflexion notamment à l'endroit des enfants, les plus exposés en raison de leur comportement main-bouche et de leur faible masse corporelle.

Pour les zones résidentielles avec potager, le surplus de risque sanitaire lié à l'ingestion de végétaux autoproduits est négligeable. En effet, malgré la qualité des sols dégradée par les PCB, les teneurs en PCB dans les végétaux autoproduits et préparés soigneusement (lavage ou épluchage) respectent les valeurs de gestion européennes.

#### ➤ **Plomb :**

Les sols présentent des teneurs en plomb vraisemblablement naturelles et variables sur le Sud Grenoblois, sans dégradation anthropique distincte.

Les teneurs en plomb dans les sols des aires de jeux et des écoles (moyenne de 39 mg/kg et maximum de 50 mg/kg) respectent largement la valeur du HCSP destinée à lutter contre le saturnisme infantile fixé à 100 mg/kg.

Les usages résidentiels avec ou sans potager sont compatibles avec les teneurs en plomb dans l'air ambiant et dans les sols en moyenne. Dans les végétaux, ce métal est soit non quantifié, soit quantifié à l'état de traces, inférieures à la valeur de bruit de fond naturel dans les végétaux.

Un point particulier d'attention concerne la compatibilité des usages avec les teneurs les plus élevées en plomb dans les sols (entre 100 et 130 mg/kg). Au regard de la proximité avec la valeur de bruit de fond établie à 100 mg/kg et de la variabilité des teneurs à l'échelle de l'étude de zone, ces teneurs sont considérées comme naturelles. Elles sont associées à des risques sanitaires de  $1E^{-06}$  atteignant juste la limite supérieure de compatibilité certaine, fixée également à  $1E^{-06}$ . Aucun risque sanitaire n'est cependant retenu à l'endroit de l'exposition des populations au plomb présent dans les sols.

➤ **Mercure :**

Les sols présentent des teneurs naturelles en mercure augmentées par l'activité anthropique autour de la plateforme chimique de Jarrie.

En l'absence de valeur de gestion réglementaire pour les milieux sols et végétaux, le risque sanitaire a été calculé pour les enfants et les adultes, à partir des teneurs mesurées en étape 2 de l'étude de zone, celles transmises par la FRAPNA et les industriels dans le cadre de la surveillance des effets de leurs installations. Les teneurs en mercure dans les sols et les végétaux sont compatibles avec les usages constatés aussi bien publics d'aires de jeux/écoles que privés de type résidentiel avec ou sans potager.

La qualité de l'air ambiant extérieur respecte quant à elle conforme la valeur de bruit de fond, y compris au droit de la station de mesures localisée à Jarrie.

➤ **COV (COHV, BTEX, HAP, aldéhydes) :**

Malgré la dégradation de la qualité de l'air ambiant extérieur et des gaz du sol, ces milieux sont compatibles avec les usages constatés sur la zone d'étude du Sud Grenoblois, avec au demeurant un point d'attention sur certains composés qui induisent un risque dépassant très légèrement le seuil de compatibilité certaine, tout en demeurant très éloigné du seuil d'incompatibilité nécessitant un plan de gestion.

Il s'agit du 1,2-dichloroéthane, et de l'acétaldéhyde. Le 1,2-dichloroéthane avait déjà été identifié comme induisant un risque sanitaire généralisé sur le Sud Grenoblois, en 2008, lors de la précédente étude sanitaire menée conjointement par le CIRE et l'INVS, en raison de teneurs largement supérieures à celles observées en 2015-2016, indiquant une diminution drastique des teneurs dans l'air. Aucune contribution aux teneurs dans l'air ambiant extérieur ne provient des gaz du sol où cette substance est quantifiée au niveau de la limite de quantification, elle-même largement inférieure à la valeur réglementaire.

Il convient par ailleurs de noter que les mesures en acétaldéhyde sont localisées en un seul point de mesure (au Nord d'Echirolles), urbain, non représentatif de l'ensemble de la population du Sud Grenoblois, a contrario des mesures en COHV.

Quant à l'air du sol, l'ensemble des COHV quantifiés dans les gaz du sol, et contribuant à la qualité de l'air intérieur des logements, n'est pas considéré comme conduisant au dépassement des valeurs réglementaires pour l'air intérieur. Cette conclusion est associée à une incertitude relative à la variabilité des teneurs en perchloroéthylène d'un piézair à l'autre, qui pourraient être plus importantes en d'autres points non investigués.

➤ **Hydrocarbures volatils (fraction C5-C16)**

Dans le milieu « gaz du sol », les hydrocarbures sont détectés de façon parfois significative, qui conduit à des teneurs extrapolées dans l'air intérieur des logements certes compatibles avec l'usage résidentiel, mais proches des seuils réglementaires. Cette situation concerne les communes d'Echirolles Ouest (PzR5 et 6) et de Champ-sur-Drac (PzR7).

➤ **Poussières / oxydes d'azote :**

Une partie des habitants de la zone d'étude du Sud Grenoblois sont exposés à des dépassements des seuils réglementaires fixés pour les poussières et les oxydes d'azote dans l'air ambiant extérieur, en lien avec les émissions du transport routier qui reste la source d'émission majeure de dioxyde d'azote. Il s'agit des habitants proches des axes

routiers majeurs (rocade et autoroute), tandis que la majorité des habitants, résidant en zone urbaine ou semi-urbaine ne sont pas concernés par ces dépassements.

Ces dépassements sont représentés à l'échelle de la zone d'étude dans les figures annexées au présent rapport et tirées du rapport d'ATMO AURA de 2015-2016.

## 6.2. EMETTEURS POTENTIELS

Le guide d'étude de zone établi par l'INERIS en 2011 stipule que pour les contaminations des milieux qui conduisent potentiellement à une situation préoccupante, il convient de rechercher et hiérarchiser (autant que possible) les sources potentielles à l'origine de cette situation : part du bruit de fond local, émetteurs identifiés (sources canalisées ou diffuses), pollutions historiques.

Au regard de l'évaluation de la dégradation des milieux et de l'évaluation de la compatibilité avec les usages, les émetteurs potentiels des substances suivantes sont ici étudiés :

- dioxines et PCB dans les sols
- poussières et oxydes d'azote dans l'air extérieur
- mercure dans les sols
- 1,2 dichloroéthane dans l'air extérieur
- acétaldéhyde dans l'air extérieur

La zone d'étude étant vaste et les émetteurs potentiels nombreux, les éléments présentés ci-dessous restent généraux et visent à fournir des informations qui en aucun cas ne prétendent être exhaustives, afin le cas échéant de cibler les actions à mener dans le cadre du plan de gestion.

### 6.2.1. Dioxines

#### ➤ Emetteurs théoriquement possibles (d'après la fiche toxicologiques, éditée par l'INERIS en 2006)

Les dioxines sont produites involontairement au cours de la plupart des processus de combustions naturelles et industrielles et en particulier de procédés faisant intervenir de fortes températures (incinération, métallurgie, etc.).

Elles sont également formées lors de la synthèse chimique de dérivés aromatiques chlorés ainsi qu'au cours de processus biologiques et de réactions photochimiques naturels.

Les dioxines sont produites majoritairement sur les cendres d'incinération lors du refroidissement des fumées.

#### ➤ Emetteurs avérés sur la zone d'étude du Sud Grenoblois

Au droit de la zone d'étude du Sud Grenoblois, les dioxines pourraient provenir de plusieurs émetteurs potentiels :

- Historiques, provenant des industries implantées au droit des plateformes de Jarrie et du Pont-de-Claix comme semble l'indiquer une partie des résultats d'analyses des sols de l'étape 2. A noter que, à ce jour, les données disponibles ne permettent pas d'écarter l'existence d'émetteurs industriels de dioxines, tandis que les sources majeures font l'objet de contrôles réguliers (chauffage urbain, plateformes chimiques, etc.) ;
- Historiques et récents pour les dioxines, dans les jardins lorsque par exemple des cendres sont utilisées comme amendement ;
- D'autres origines plus diffuses, comme les émissions issues des combustions incomplètes de type domestique (chauffage, feu de jardin, etc.) ou industrielles (incinérateur, etc.) contribuent au bruit de fond urbain global retrouvé au droit de la zone d'étude du Sud Grenoblois ;
- Les données disponibles laissent également supposer une remobilisation via l'envol de poussières. La source est constituée des sols de surface impactés par les dioxines, remises en suspension dans l'air soit lors de travaux, soit de manière régulière par les mouvements d'air en surface des sols nus (vent, passage de véhicules, etc.).

Les sols de surface identifiés comme fortement impactés à ce stade sont les sols de la plateforme du Pont-de-Claix (d'après l'étape 1 de l'étude de zone, voir extrait ci-après), plus chargés en dioxines de plus d'un facteur

100 (24 080 ng/kg en moyenne) que les sols situés à proximité (env. 200 ng/kg). Aucune donnée relative à la qualité des sols de la plateforme de Jarrie n'a été recensée lors de l'étape 1 de l'étude de zone.

	Concentration (ng/kg ITEQ OMS)
<b>Maximum</b>	280 000
<b>Minimum</b>	175
<b>Moyenne</b>	24 080
<b>Médiane</b>	1 725

Tableau 48 – Milieu SOL : Concentrations en dioxines à l'intérieur de la plateforme du Pont-de-Claix, étude 2009 (extrait rapport de l'étape 1 de l'étude de zone)

### ➤ Localisation des émissions

Le tableau ci-dessous, issu de la compilation des données transmises par ATMO AURA sur les retombées atmosphériques mesurées en milieu urbain (Grenoble et Lyon) et autour des plateformes du Pont-de-Claix et de Jarrie, indique des retombées atmosphériques de dioxines (valeurs surfaciques) de 2 à 6 fois plus importantes autour des plateformes qu'en zone urbaine, avec des flux épisodiques importants (2016). Ces retombées atmosphériques contribuent à enrichir les sols superficiels en dioxines autour des plateformes : pour mémoire, la concentration moyenne des sols superficiels (prélevés sur 5 cm) y a été mesurée à hauteur de 106 ng/kg (hors jardin avec cendres) ; on peut considérer que ces retombées représentent un apport annuel en dioxines d'une quantité moyenne de 0,2% de la masse de dioxines contenues dans les 5cm de sols superficiels en place (près de 1% en 2016). Cet enrichissement a été relevé lors de l'étape 1 de l'étude du suivi annuel depuis 2006 des retombées atmosphériques par SITA REKEM autour de la plateforme du Pont-de-Claix.

Cette contribution du ré-envoi des poussières apparaît donc non négligeable au voisinage des plateformes, d'autant plus que ces dépôts de poussières sont a priori facilement remobilisables vers les cibles en contact.

Retombées atmosphériques (En ng/m2/an)											
Station	Grenoble les Frênes	Lyon Centre	Ecole Jean Moulin	EZG_2_PN T_N-025	EZG_2_PN T_N-070	Pont de Claix - Sud-042	Pont de Claix - Sud-023	MOYENNE/AN	EZG_1_Jarrie _N-029	Jarrie - Sud-030	MOYENNE/AN
Commune	Grenoble	Lyon	Pont-de-Claix					Jarrie			
2009	-	9	-	20	-	5	13	12	4	42	23
2010	10	2	-	-	15	24	-	19	5	6	5
2011	4	2	-	-	11	14	-	13	4	35	19
2012	2	2	-	-	4	13	-	8	3	11	7
2013	-	5	-	-	28	22	-	25	3	6	4
2014	-	2	-	-	4	5	-	5	1	10	6
2015	-	1	8	-	5	4	-	6	9	2	6
2016	1	5	86	-	125	57	-	89	2	3	3
2017	2	1	29	-	7	22	-	19	6	5	5
<b>Moyenne 2009-2017</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>41</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>9</b>
<b>Moyenne 2009-2017 (hors 2016)</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>9</b>

Tableau 49 – Milieu AIR EXTERIEUR : Dioxines, retombées atmosphériques

## 6.2.2. PCB-dl, PCB-ndl

### ➤ Emetteurs théoriquement possibles (d'après la fiche toxicologiques, éditée par l'INERIS en 2012)

La production industrielle de ces composés a débuté aux Etats-Unis avec la société Monsanto en 1929.

A partir de 1987, un décret interdit la mise sur le marché et l'emploi des appareils contenant des PCB ou des produits en renfermant plus de 0,005 % en poids (50 ppm), faisant chuter la production.

Sur cette période (entre 1929 et 1989), la production française a été estimée à près de 150 000 tonnes réparties sur deux sites de la région grenobloise : Jarrie et Le Pont-de-Claix entre 1955 et 1984 dont 60 000 pour le matériel électrique.

### ➤ Emetteurs avérés sur la zone du Sud Grenoblois

Plus aucune production industrielle n'est présente sur la zone d'étude du Sud Grenoblois.

Le ré-envoi des poussières, à l'instar des dioxines, est suspecté constituer le principal émetteur actuel de PCB.

### ➤ Localisation des émissions

Les données disponibles sont constituées d'une unique étude datant de 2008 et réalisée sur Le Pont-de-Claix, ne permettant pas de quantifier les flux, ni d'identifier leur origine.

## 6.2.3. Métaux : Hg

### ➤ Emetteurs théoriquement possibles

Le mercure peut provenir de plusieurs émetteurs potentiels :

- Géologie locale influencée par les massifs montagneux qui entourent la zone d'étude du Sud Grenoblois, principalement Belledonne ;
- Les industries de travail des métaux, de la sidérurgie, les sous-secteurs de produits non métalliques et matériaux de construction et de production d'énergie, etc. mais aussi par exemple pour le mercure de processus de production de chlore et les incinérateurs.

Bien que globalement en baisse de par les mesures de gestion mises en place comme l'amélioration des processus et de mesures de gestion des émissions et des poussières, des moteurs de véhicules, les changements de combustibles, etc.

### ➤ Emetteurs avérés sur la zone d'étude du Sud Grenoblois

Les émissions provenaient historiquement et essentiellement des installations de la société ARKEMA sur la plateforme chimique de Jarrie. ARKEMA n'utilise plus de mercure depuis 2014, ayant remplacé ses électrodes au mercure par d'autres procédés.

Données 2009-2011								
Substance (kg/ an)	Flux d'émission industriel					Trafic	Chauffage	Agriculture
	Arkema	GME	CCIAG	Cezus	Sita Rekem			
Hg	7,79E+01	1,80E-02	1,16E-01	2,97E-02	2,28E-01	3,52E-01	9,69E-01	5,32E-02

Tableau 50 – Milieu AIR EXTERIEUR – Mercure : sources d'émission quantifiées (issu du rapport de l'étape 1 de l'étude de zone)

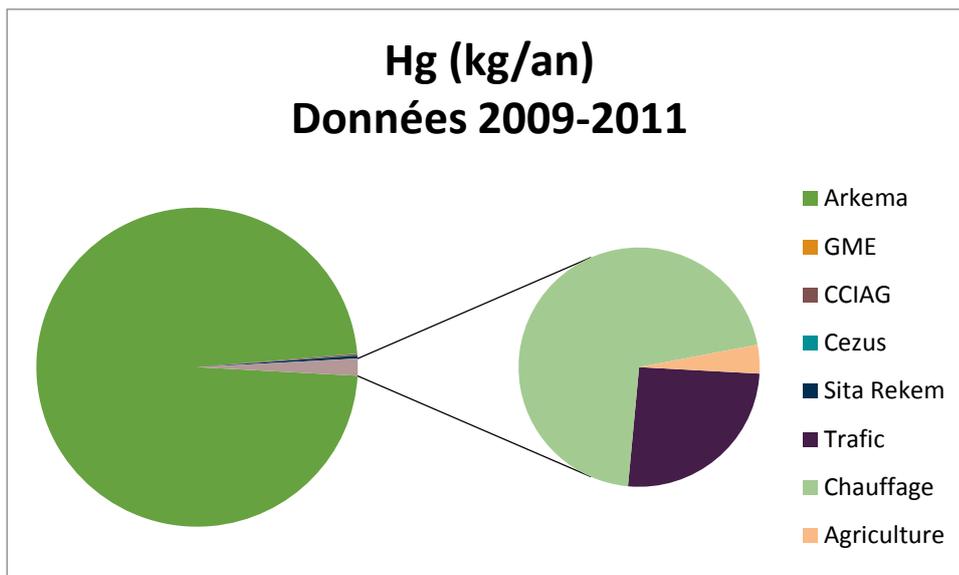


Figure 5 – Milieu AIR EXTERIEUR – Mercure : répartition des émissions de mercure (issu du rapport de l'étape 1 de l'étude de zone)

➤ **Localisation des teneurs**

Comme illustré sur la figure en annexe, les teneurs se concentrent autour de plateforme chimique de Jarrie qui accueille les installations de la société ARKEMA.

#### 6.2.4. COHV : 1,2-dichloroéthane

La présence de 1,2-dichloroéthane (1,2-dichloroéthane) selon les études générales et plus particulièrement au droit de la zone d'étude est caractérisée comme suit :

➤ **Emetteurs théoriquement possibles (d'après la fiche toxicologique, éditée par l'INRS en 2013)**

La présence de 1,2-dichloroéthane dans l'environnement est uniquement anthropique.

Le 1,2-dichloroéthane est utilisé comme intermédiaire dans la synthèse de solvants chlorés (principalement le chlorure de vinyle, mais aussi le 1,1,1-trichloroéthane, le trichloroéthylène et le tétrachloroéthylène).

Le 1,2-dichloroéthane pouvait également être utilisé dans d'autres applications plus marginales en tant que solvant pour graisses, agent dans le traitement insecticide par fumigation de céréales, antidétonant dans l'essence sans plomb, intermédiaire dans la fabrication d'éthylènediamine, d'éthylène-glycol, etc. Ces utilisations ont pour la plupart été abandonnées.

Au droit de la zone d'étude du Sud Grenoblois, les COHV pourraient provenir de plusieurs émetteurs potentiels :

- Sites industriels, artisans ayant utilisés ou utilisant des solvants chlorés dans leur processus et/ou pour notamment le dégraissage des pièces métalliques,
- Artisans ayant utilisé ou utilisant des solvants chlorés pour notamment le dégraissage des pièces métalliques dans les garages par exemples ou petits ateliers ou encore historiquement utilisés dans les blanchisseries,

➤ **Emetteurs avérés sur la zone d'étude du Sud Grenoblois**

Les installations d'ARKEMA sur la plateforme de Jarrie ont émis historiquement du 1,2-dichloroéthane. En 2009-2011, l'émission s'effectuait sous forme gazeuse d'après le rapport de l'étape 1, tandis que la déclaration annuelle

d'ARKEMA de ses émissions polluantes en 2018 (dernière déclaration transmise) indique que le rejet de 1,2-dichloroéthène s'effectue sous forme de rejet aqueux, et est en lien avec un ancien atelier, donc de manière résiduelle. Sur la base des éléments fournis par les industriels, le 1,2-dichloroéthane n'est plus utilisé/produit dans le processus industriel d'ARKEMA actuellement.

Il s'agit de la seule source d'émission de 1,2-dichloroéthane répertoriée lors de l'étape 1 de l'étude de zone.

➤ **Localisation des teneurs**

D'après les données des stations mobiles ATMO AURA de contrôle en 2015-2016, les teneurs plus importantes sont désormais localisées au Nord de la zone du Sud Grenoblois, sur les communes d'Echirolles et du Pont-de-Claix, ainsi que celle de Grenoble les Frênes, située à proximité de la commune d'Eybens. Autour de la plateforme de Jarrie, qui accueille les installations d'ARKEMA (mais où la source principale d'émission gazeuse est donc aujourd'hui arrêtée), les teneurs sont les plus faibles, comme illustré sur la figure en annexe.

➤ **Evolution des teneurs**

D'après l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires associés à l'inhalation de composés organiques volatils, métaux lourds et hydrocarbures aromatiques polycycliques, qui a été réalisée en 2008 conjointement par le CIRE et l'INVS, les teneurs en 1,2-dichloroéthane étaient nettement supérieures aux teneurs mesurées en 2015-2016 sur la zone d'étude du Sud Grenoblois, ainsi qu'aux teneurs habituellement quantifiées en milieu urbain, comme illustré ci-dessous.

Zones	Sud Lyonnais			Sud grenoblois			Roussillon	
	PB	SF	V	J	PC	E	RC	RF
1,2-Dichloroéthane	0,1 - 0,1			18 - 13	3,1 - 2,1		0,1 - 0,1	

Tableau 51 – Extrait de l'EQRS réalisée en 2008 par l'INVS/CIRE – teneurs mesurées en 1,2-dichloroéthane (en µg/m<sup>3</sup>)

Famille	Substance	Unité	Champagnier	Champ-sur-Drac	Echirolles	Grenoble	Jarrie	Le Pont-de-Claix	Vizille
			Moyennes sur 2015-2016						
COHV	1,2-dichloroéthane	µg/m <sup>3</sup>	-	0,30	0,44	0,36	0,18	0,34	-

analysé sur canister (pas d'analyse sur tube disponible)

Tableau 52 – Milieu AIR EXTERIEUR – teneurs mesurées en 1,2 dichloroéthane (en µg/m<sup>3</sup>) par ATMO AURA

➤ **Saisonnalité**

Les teneurs en 1,2-dichloroéthane ont été mesurées par ATMO AURA en 2015 entre les mois de janvier et de septembre sur divers stations mobiles. Comme illustré ci-après, les teneurs semblent saisonnières : moins importantes en hiver qu'au cours des autres saisons.

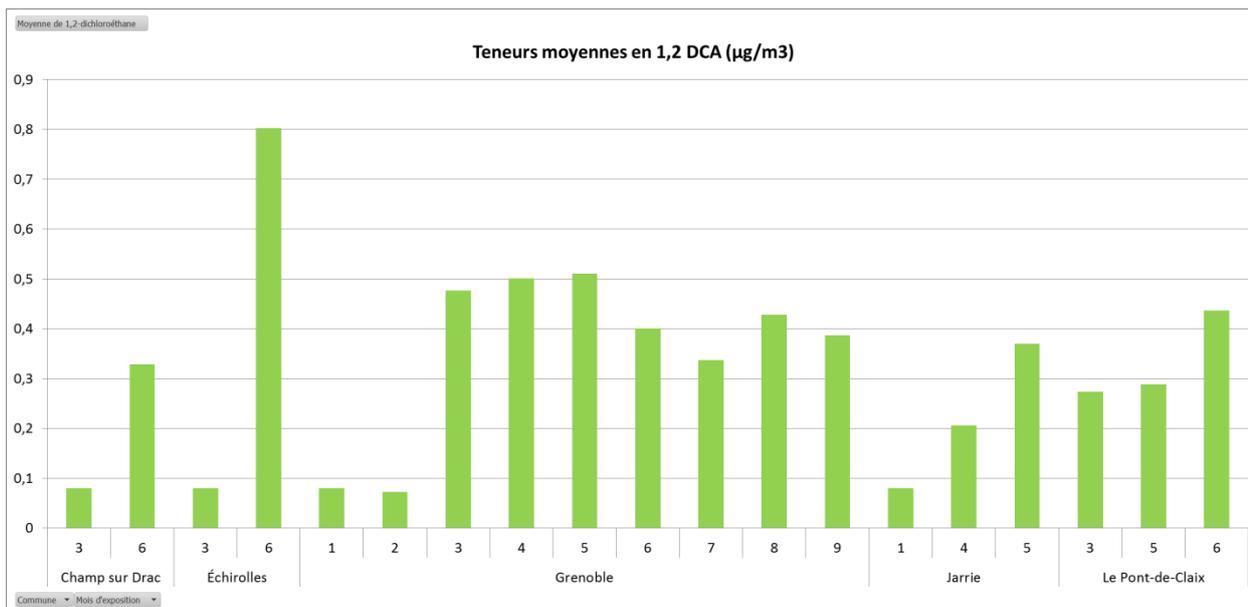


Tableau 53 – Milieu AIR EXTERIEUR – 1,2-dichloroéthane : saisonnalité des teneurs

➤ **Conclusion sur les émetteurs potentiels de 1,2-dichloroéthane**

En 2008, les teneurs en 1,2-dichloroéthane étaient nettement plus importantes sur le bassin Sud Grenoblois (jusqu'à 18 µg/m<sup>3</sup>) que la valeur de bruit de fond (0,1 µg/m<sup>3</sup>). En 2015, les teneurs ont drastiquement diminué, approchant dorénavant en moyenne la valeur de bruit de fond (0,3 µg/m<sup>3</sup>).

Cette diminution semble liée à l'arrêt au droit de la commune de Jarrie de l'utilisation/production de 1,2-dichloroéthane par les installations de la société ARKEMA, historiquement le principal émetteur. Les teneurs résiduelles les plus importantes sont dorénavant localisées à l'opposé d'ARKEMA, au nord de la zone d'étude (commune d'Eybens, d'Echirolles et du Pont-de-Claix (nord)).

Aucun autre émetteur singulier n'est actuellement identifié parmi les activités anthropiques considérées (trafic routier, chauffage, agriculture, industriels). Dans les gaz du sol, le 1,2-dichloroéthane n'est pas quantifié lors des analyses et ne peut donc pas en provenir.

### 6.2.5. Acétaldéhyde

La présence d'acétaldéhyde est caractérisée comme suit :

➤ **Emetteurs théoriquement possibles (d'après la fiche toxicologiques, éditée par l'INERIS le 29/01/2017)**

Sources naturelles : l'acétaldéhyde se trouve à l'état naturel dans l'environnement (feux de forêts et de broussailles).

Sources anthropiques :

L'acétaldéhyde est rejeté dans l'environnement (air et eaux usées) lors des activités industrielles et pendant l'élimination de certains produits qui en contiennent. D'autres sources sont à mentionner telles que les gaz d'échappement, la combustion de matières organiques (poêles à bois, foyers, chaudières), les centrales électriques, le brûlage des déchets agricoles, etc.

L'acétaldéhyde est utilisé dans de nombreux domaines :

- Industrie de la chimie : l'acétaldéhyde est utilisé comme produit intermédiaire en synthèse organique : acide acétique, acétate d'éthyle, acide peracétique, pentaérythritol, chloral, glyoxal, alkylamines et pyridines (OMS IPCS,

1995). L'acétaldéhyde est également utilisé dans la fabrication des colorants et dans la synthèse du caoutchouc, comme accélérateur de vulcanisation.

- Industrie de la chimie alimentaire : l'acétaldéhyde est utilisé comme arôme alimentaire notamment pour le chocolat, les glaces, les desserts à base de gélatine et les pâtisseries, le chewing gum. Cette substance permet la conservation de fruits frais (OMS IPCS, 1995).

- Industrie de la parfumerie : l'acétaldéhyde est utilisé comme additif, désodorisant et aromatisant.

➤ **Emetteurs avérés sur la zone d'étude du Sud Grenoblois**

D'après la collecte des données menées lors de l'étape 1, les sources d'émission d'acétaldéhyde dans l'atmosphère sont multiples, principalement issues du chauffage et du trafic routier, comme illustré ci-dessous.

Source	Chauffage	Trafic	Agricultre	Industriels (GME)
kg/an	2010	2010	-	Moyennes 2009-2010-2011
Acétaldéhyde	5,66E+03	4,79E+03	-	2,61E+00

Tableau 54 – Milieu AIR EXTERIEUR – Acétaldéhyde : sources d'émission quantifiées

➤ **Localisation des teneurs**

L'acétaldéhyde est suivi sur une unique station, celle des Frênes, située au nord de la commune d'Eybens.

➤ **Evolution des teneurs**

L'acétaldéhyde a été suivi entre 2007 et 2019 par ATMO AURA et présente une légère tendance à la baisse passant de 1,4 µg/m<sup>3</sup> en 2007 à 1,2 µg/m<sup>3</sup> en moyenne en 2017-2019, comme illustré sur le graphique suivant.

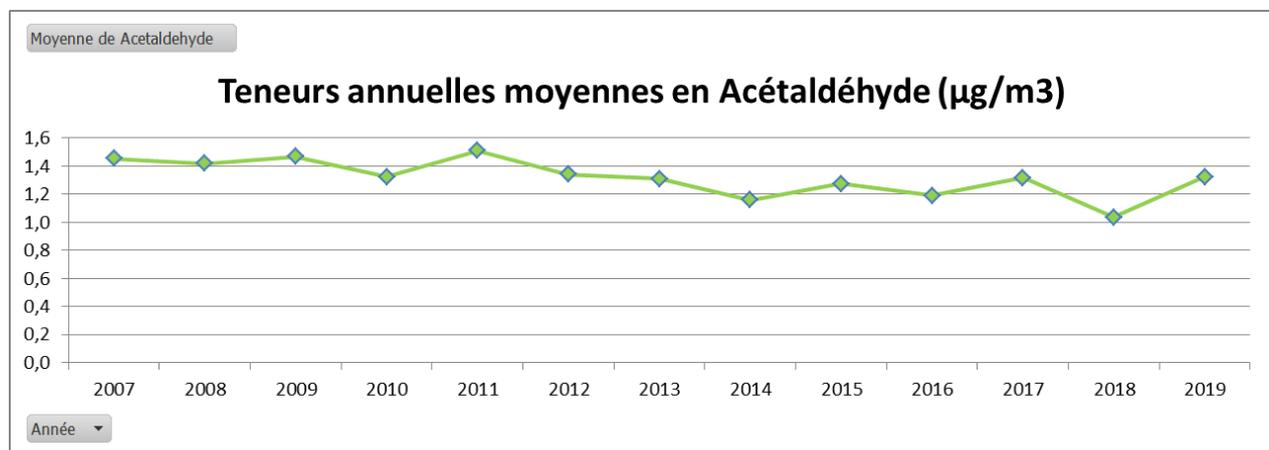


Tableau 55 – Milieu AIR EXTERIEUR – Acétaldéhyde : évolution des teneurs (données ATMO AURA)

➤ **Conclusion sur les émetteurs potentiels**

Depuis 13 ans, les teneurs en acétaldéhyde dans l'air extérieur sont en moyenne au niveau de la valeur du bruit de fond (1,3 µg/m<sup>3</sup>). Les principaux émetteurs d'acétaldéhyde sont le chauffage et le trafic routier.

Rappelons qu'une incertitude existe sur la représentativité des teneurs étudiées, contrôlées en un seul point à la limite de la commune d'Eybens et représentatives d'un milieu urbain.

### 6.2.6. Poussières (PM10, PM2,5) et oxydes d'azote

Au droit de la zone d'étude du Sud Grenoblois, les poussières et les oxydes d'azote proviennent principalement du trafic sur les axes routiers principaux et dans les centres villes, comme illustré sur les figures en annexe, extraites de la surveillance exercée par ATMO Rhône-Alpes. Ceci concorde avec la station où les mesures sont les plus importantes, située à proximité du Rondeau au nord de la commune d'Echirolles.

En période hivernale, les émissions de particules peuvent également provenir du chauffage.

## 6.3. BILAN

L'existence d'une incompatibilité avérée ou suspectée avec les usages, qu'elle soit ou non associée à un dépassement du bruit de fond naturel, nécessite la gestion des milieux vis-à-vis de la substance problématique, de manière à rendre les milieux assurément compatibles avec les usages constatés. Les substances nécessitant une réflexion approfondie de gestion des risques sanitaires associés sont les suivantes :

### 6.3.1. Polluants organiques persistants (POP)

#### 6.3.1.1. Rappel

- **Dioxines et PCB de type dioxine (PCB-dl) :**

Les sols présentent une qualité dégradée par la présence de dioxines, en cohérence avec les situations habituellement rencontrées dans les zones urbaines, mais avec des niveaux variables sur la zone d'étude.

Les teneurs restent à des niveaux relativement faibles au droit des « espaces collectifs habituellement fréquentés par des enfants » (école et aires de jeux), les rendant tout à fait compatibles avec leur usage.

Au demeurant, une école, l'établissement Jean Moulin situé sur la commune du Pont-de-Claix, présente les quantités de dioxines par retombées atmosphériques les plus élevées de l'ensemble des stations de suivi. Les analyses réalisées sur les sols de cet établissement dans le cadre de l'étape 2 de la présente étude permettent toutefois de conclure à la compatibilité des sols des aires de jeux de l'école avec son usage.

En ce qui concerne les usages privés résidentiels (avec ou sans jardin extérieur) sur la zone d'étude du Sud Grenoblois, ils sont compatibles avec les teneurs en dioxines et en PCB-dl dans les différents milieux exposants les populations (sols, air, végétaux), qui respectent les valeurs réglementaires disponibles fixées en France, à l'exception toutefois de deux zones où la qualité des sols est particulièrement dégradée.

Il s'agit du pourtour des plateformes chimiques de Jarrie comme du Pont-de-Claix, où certaines zones résidentielles avec jardin (avec ou sans potager) présentent des teneurs relativement élevées. Au droit de ces zones, la situation est préoccupante pour les adultes et plus encore pour les enfants, d'après les résultats des calculs de risques sanitaires (grille IEM - absence de valeurs de gestion réglementaires de la qualité des sols en France, pour les dioxines). Dans ce même périmètre, un point plus particulier apparaît au droit d'un jardin massivement amendé avec des cendres chaque année, où la teneur en dioxines est 10 fois plus élevée que la teneur moyenne de la zone d'étude.

Il convient également de souligner que les populations exposées aux teneurs importantes en dioxines sont les mêmes que celles exposées au PCB de type dioxines et autres PCB évoqués ci-après. Le cumul des expositions n'est pas présentement considéré par la méthodologie de la démarche d'étude de zone, dédiée à l'étude des risques substance, et qui renvoie à la réalisation d'une autre démarche, prenant en compte le cumul des expositions, celle d'Evaluation Quantitative de Risques Sanitaires (EQRS).

- **PCB de type non dioxine (PCB-ndl) :**

Les sols présentent également une dégradation avérée en PCB-ndl, toutefois moins aigue que pour les dioxines. La dégradation peu marquée au droit des espaces publics et collectifs habituellement fréquentés par des enfants, les rend tout à fait compatibles avec leur usage.

En ce qui concerne les usages privés résidentiels (avec ou sans jardin/potager), les teneurs en PCB dans les sols présentent une compatibilité certaine avec les usages, excepté sur le pourtour des plateformes chimiques de Jarrie comme du Pont-de-Claix où les risques sont plus élevés, sans toutefois atteindre le seuil d'incompatibilité, et nécessitent une réflexion approfondie notamment vis-à-vis des enfants, les plus exposés en raison de leur comportement main-bouche et de leur faible masse corporelle.

En revanche, le transfert dans les autres milieux d'exposition, dans les végétaux et l'air, conduit à des teneurs respectant les valeurs réglementaires.

### 6.3.1.2. Actions simples

#### 1) Actions vis-à-vis des sources de pollution

Les sources de pollution sont constituées des sols superficiels non recouverts de la plateforme du Pont-de-Claix et potentiellement de celle de Jarrie, qui s'étendent sur plusieurs centaines d'hectares, ainsi que des sols impactés aux alentours immédiats des plateformes (pollutions historiques).

A l'attention de la DREAL (direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement) :

La gestion sites et sols pollués sur les plateformes du Pont-de-Claix et potentiellement de Jarrie est cadrée par les arrêtés préfectoraux d'autorisation des activités et ajustée lors des suivis réguliers par le service spécialisé dans les ICPE au sein de la DREAL. Dans ce cadre, en vue de maîtriser la dispersion des substances dioxines et PCB et la dégradation alentours des sols par le ré-envoi de poussières (périmètre des « alentours » à préciser dans le cadre du Plan de Gestion – voir paragraphe 6.3.1.3 ci-dessous), plusieurs actions peuvent être envisagées pour limiter les envois de poussières de sols comme par exemple :

- limiter l'action de transport par le vent : recouvrement des sols les plus impactés par les dioxines (enherbement pour les zones sans activité, réfection des voiries laissant apparaître le sol nu, etc.) ;
- limiter la remise en suspension des particules lors des activités quotidiennes sur les plateformes ;
- maîtriser les flux additionnels d'envois de poussières lors de tous travaux via la mise en place d'un contrôle par le service HSE du site, incluant le visa du protocole de gestion des risques environnementaux et le contrôle de la mise en place des mesures au cours des travaux.

#### 2) Actions vis-à-vis des vecteurs de transferts de la pollution

A l'attention des industriels des plateformes du Pont-de-Claix et de Jarrie :

Poursuivre la surveillance de la qualité de l'air par les industriels (CEZUS (dorénavant FRAMATOME), SITA REKEM, etc.) et des effets des installations sur leur environnement, via la mesure des retombées atmosphériques, avec alerte des communes lors d'épisodes de ré-envoi de poussières, notamment de dioxines et/ou de PCB.

A l'attention des communes du Pont-de-Claix et de Jarrie

En cas d'alerte, mise en place d'un dispositif de contrôle de la bonne gestion des travaux émissifs.

#### 3) Actions vis-à-vis des usagers

A l'attention des pouvoirs publics :

- Mise en place d'actions de communication :
  - A proximité des plateformes :
    - sensibiliser les usagers sur la question du transfert de la pollution des sols via l'ingestion involontaire de sols lors des activités extérieures (jardinage, enfants jouant avec la terre) et de la consommation des végétaux autoproduits (projection de terre lors d'épisodes pluvieux), en rappelant les règles d'hygiène simples permettant de limiter les transferts (lavage régulier des mains et soigneux des végétaux autoproduits avant consommation).
    - sensibiliser les usagers privés ou publics sur la question du transfert de la pollution des sols via l'ingestion involontaire de sols lors de travaux remobilisant le sol ;
  - Informer les usagers sur les dangers associés à l'amendement massif des sols avec des cendres issus du brûlage de déchets de bois (source de dioxines mais aussi potentiellement de métaux) et de façon plus

générale sur les amendements qui en fonction de leurs origines peuvent contenir des polluants comme des dioxines mais aussi des métaux, etc.

Ces actions de communication sont à mettre en place dans les meilleurs délais à l'issue de l'IEM, afin d'informer la population.

- Mise en place de restrictions d'usage :

En l'absence de données sur la qualité des denrées alimentaires (notamment produits issus de l'élevage animal (œufs, volaille, etc.)) et en application du guide méthodologique SSP de 2017, des restrictions d'usage sur leur consommation pourrait être instauré par arrêté municipal dès à présent.

### 6.3.1.3. Poursuite de la réflexion au niveau du COFIL

La présente phase de l'Interprétation de l'Etat des Milieux de la zone d'étude du Sud Grenoblois a mis en évidence une dégradation des sols par la présence de dioxines et de PCB dl, associée à une situation sanitaire pour les populations situées à proximité des plateformes chimiques de Jarrie et du Pont-de-Claix, qui nécessite une réflexion plus approfondie.

**La poursuite du déroulement de la démarche d'IEM conduit à recommander un plan de gestion dit « complexe » des parcelles concernées, à savoir :**

- Parcelles privées avec jardins (avec ou sans potager) présentant des teneurs en dioxines posant un risque préoccupant pour la santé (tel que défini dans le cadre de cette étude) dans les zones situées à proximité des plateformes de Jarrie et du Pont-de-Claix ;
- Parcelles privées avec potagers et recourant à l'amendement par des cendres, pouvant entraîner des teneurs en dioxines nettement plus importante que la valeur moyenne.

**Dans le cas de la poursuite de cette étude et de l'élaboration du plan de gestion dit « complexe », une évaluation quantitative des risques sanitaires pourrait s'avérer utile pour hiérarchiser les mesures de gestion à envisager et d'anticiper leur efficacité.**

Le guide « pour la conduite d'une étude de zone » publié en 2011 par l'INERIS indique que dans une étude de zone, l'évaluation quantitative des risques sanitaires, qui permet de prendre en compte l'addition des risques sanitaires pour les populations multi exposées (plusieurs voies, plusieurs substances), apporte les éléments pertinents pour :

- « identifier les substances auxquelles les populations peuvent être exposées à des niveaux préoccupants pour leur santé [poursuite de l'identification présentement menée en considérant de plus l'additivité des risques] ;
- identifier et hiérarchiser les voies d'exposition et les populations concernées ;
- comparer et hiérarchiser les contributions respectives aux risques des sources, polluants et/ou milieux de transfert ciblés.

L'évaluation quantitative des risques sanitaires pourra cibler les substances et milieux pour lesquels la présente phase de l'IEM a démontré une situation sanitaire préoccupante ou une contribution significative au risque global. Il s'agit principalement :

- des voies d'exposition suivantes : ingestion de sol, ingestion de denrées alimentaires autoproduites ;
- des substances préoccupantes telles que les dioxines et les PCB-dl et des substances contributrices au risque global (PCB-dl et -ndl autour de la plateforme de Jarrie et du Pont-de-Claix, mercure autour de la plateforme de Jarrie, etc.).

La démarche d'évaluation quantitative des risques sanitaires est dédiée à évaluer l'exposition réelle des populations et à cet effet, privilégie les mesures dans l'environnement (et non la modélisation) et les enquêtes de terrain. A cet effet, il serait utile de réaliser un complément d'investigations à celui réalisé en phase 2, afin d'en préciser et densifier les données.

Dans le cas de la poursuite de cette étude et de l'élaboration du plan de gestion dit « complexe », les actions vis-à-vis des usagers mentionnées ci-dessus (rappel des règles d'hygiène) pourront être complétées par la mise en place de servitudes portant restriction d'usage des milieux, en tant que de besoin.

L'ensemble du plan de gestion dit « complexe » sera élaboré en collaboration avec les membres du COPIIL et notamment l'ARS et la DREAL et discuté lors des prochains COPIIL, où la présence des représentants des collectivités locales (communes, aggro, etc.) est vivement recommandée, dans l'objectif de leur participation active à son élaboration et de son appropriation, pour la bonne mise en œuvre du plan de gestion final.

### 6.3.2. Poussières / oxydes d'azote

La qualité de l'air ambiant extérieur est localement dégradée par les teneurs en poussières et oxydes d'azote, polluants auxquels sont exposés à des teneurs dépassant les seuils réglementaires, les populations habitant près des axes routiers. Cette situation a déjà été relevée par ATMO AURA, qui a proposé en 2016 un plan d'action.

- ⇒ **Poursuite des mesures de gestion en cours d'application sur la zone d'étude du Sud Grenoblois exposé aux poussières et oxydes d'azote (trafic routier), dans le cadre du Plan de Protection de l'Atmosphère de la région grenobloise (en cours de révision).**

### 6.3.3. COV

La qualité de l'air ambiant extérieur est très légèrement dégradée par certains COV (1,2-dichloroéthane et acétaldéhyde), qui présentent un léger dépassement des seuils de compatibilité sanitaire, tout en demeurant largement en-dessous du seuil d'incompatibilité. De plus, les teneurs sont en diminution à la fois en 1,2-dichloroéthane et en acétaldéhyde.

La réflexion de gestion des COV nécessite de considérer en outre les remarques spécifiques suivantes :

- 1,2-dichloroéthane : cette substance a été identifiée comme induisant un risque sanitaire généralisé sur le Sud Grenoblois en 2008 lors de la précédente étude sanitaire menée conjointement par le CIRE et l'INVS ; la campagne de mesure 2015-2016 indique une diminution drastique des teneurs dans l'air, dorénavant proches de la valeur de bruit de fond.
- Acétaldéhyde : les mesures en acétaldéhyde sont effectuées en un seul point de mesure (au nord d'Echirrolles), caractérisant le bruit de fond urbain, et non représentatif de l'ensemble de la population de la zone d'étude du Sud Grenoblois, en partie semi-urbaine.

⇒ **Proposition d'actions à engager :**

- **1,2-dichloroéthane : au vu des mesures rassurantes de 2015-2016, sur la base d'une nouvelle campagne de confirmation des teneurs, envisager l'assouplissement du plan d'action de la gestion sanitaire en cours d'application sur la zone d'étude du Sud Grenoblois**
- **Acétaldéhyde : lors d'une prochaine campagne de suivi menée par ATMO AURA, intégrer cette substance aux paramètres analysés.**

### 6.3.4. Métaux

Pour ce qui concerne les éléments traces métalliques (Pb, Hg notamment étudiés plus spécifiquement), la présente étude ne recommande pas de mesures de gestion spécifiques au-delà des dispositions réglementaires applicables en France, notamment pour la création de nouveaux usages sensibles ou d'établissements accueillant des populations sensibles.

## 7. CONDITIONS DE VALIDITÉ ET ÉVALUATION DES INCERTITUDES

### 7.1. CONDITIONS DE VALIDITÉ DES RÉSULTATS

Les conclusions et recommandations proposées dans le présent rapport sont fondées sur les sources de données citées dans ce rapport.

L'approche utilisée est conforme à la pratique professionnelle en vigueur en France.

Les observations, mesures et analyses en laboratoire réalisées dans le cadre de cette étude sont situées en des points spécifiques. On ne peut pas exclure des conditions sensiblement différentes en d'autres points.

La liste des données écrites obtenues et des bases de données consultées ayant contribué à l'information sont synthétisées dans le présent document.

Ce rapport ne tient évidemment pas compte des données non-fournies ou fournies postérieurement à sa date d'émission.

### 7.2. ÉVALUATION DES INCERTITUDES

Les incertitudes ont été évaluées tout au long de l'étude et sont citées dans chacune des sections.

## 8. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Lancée en 2012 sous l'égide du Secrétariat Permanent pour la Prévention des Pollutions et des Risques dans la région Grenobloise (SPPPY), l'étude de Zone du Sud Grenoblois vise à interpréter l'état des milieux (démarche IEM) au regard de leurs usages avérés, en lien avec l'impact des émissions de l'ensemble des activités s'exerçant sur la zone (industrielles, agricoles, urbaines) et de proposer des modalités de suivi et/ou de gestion adaptées. La démarche est cadrée par le document de l'INERIS intitulé "Guide pour la conduite d'une étude de zone" (2011).

La zone d'étude, couvrant environ 200 kilomètres carrés (km<sup>2</sup>), se situe à quelques kilomètres au sud de la commune de Grenoble dans le département de l'Isère. Il s'agit d'une zone à la fois urbaine et semi-rurale, au sein de laquelle sont implantées historiquement notamment deux plateformes chimiques industrielles : celle du Pont-de-Claix et celle de Jarrie. Une partie de cette zone est concernée par un trafic routier relativement important. Compte-tenu de son caractère semi-rural, la zone subit également l'influence des émissions liées aux différents modes de chauffage (bois, fuel, etc.), ainsi que de celles de quelques petites exploitations agricoles.

Trois étapes de cette étude globale ont d'ores et déjà été initiées, à savoir :

- Etape 1 (2014) : état des lieux à partir des données existantes, interprétation sous forme de schéma conceptuel d'exposition et identification des mesures de terrain complémentaires nécessaires ;
- Etape 2 (2019) : diagnostic de terrain de l'état des milieux par des campagnes de mesures complémentaires réalisées localement, pour compléter la connaissance de l'état des milieux dressé lors de l'étape 1 ;
- Etape 3 (2020, présent rapport) : interprétation de l'état des milieux, au regard des usages avérés des milieux, et proposition de modalités de suivi et/ou de gestion adaptées.

L'étape 3 a été menée pour les milieux d'exposition des populations et les 112 substances d'intérêt identifiées lors de l'étape 1. Elle s'est basée sur les données acquises lors de l'étape 2 de diagnostic, complétée par une mise à jour des données transmises par les principaux industriels de la zone du Sud Grenoblois.

Les populations de la zone d'étude du Sud Grenoblois peuvent entrer en contact avec les substances d'intérêt via diverses voies d'exposition, dont la contribution au risque globale a été analysée. Un certain nombre de voies d'exposition ont été écartés du faible au faible risque sanitaire associé, telles que l'exposition via l'eau potable ou encore via la ressource piscicole locale. Cette analyse sanitaire qualitative a conduit à cibler l'analyse des risques sanitaires de quatre voies d'exposition liées à quatre milieux environnementaux stockant lesdites substances d'intérêt et en contact avec les populations, à savoir :

- L'exposition via les sols lors des activités en extérieur de jeux pour les enfants et de jardinage pour les adultes, au cours desquelles les populations sont exposées par ingestion involontaire de sol et inhalation de leurs poussières,
- L'exposition via les végétaux autoproduits au droit des jardins privés de la zone d'étude, impactés par les retombées atmosphériques, par l'arrosage avec de l'eau de puits éventuellement contaminée et par l'absorption racinaire de sol éventuellement contaminé.
- L'exposition via l'air extérieur et les gaz du sol, naturellement transférés vers l'air intérieur.

Dans chacun des milieux et pour chacune des substances d'intérêt, la dégradation des milieux a été évalué, en comparant aux l'état des milieux « naturels » représentatifs de la zone d'investigation. Ensuite, la qualité des milieux a été comparée aux valeurs de gestion réglementaires en vigueur en France, et en leur absence des calculs de risques sanitaires ont été menés au travers des 'grilles IEM'. A l'aune de cette analyse, les situations qui permettent une libre jouissance des milieux ont été distinguées de celles qui sont susceptibles de poser un problème d'ordre sanitaire.

### **Dioxines (et PCB de type dioxine)**

Les sols présentent une qualité dégradée par la présence de dioxines et de PCB de type dioxine, en cohérence avec les situations habituellement cohérentes dans les zones urbaines, mais avec des niveaux variables sur la zone d'étude et parfois inhabituellement élevés.

Au droit des espaces collectifs habituellement fréquentés par des enfants (école et aires de jeux), les teneurs relativement faibles en dioxines dans les sols les rendent tout à fait compatibles avec leur usage.

Plus globalement, les usages privés résidentiels (avec ou sans jardin extérieur) sur la zone d'étude du Sud Grenoblois, sont globalement compatibles avec les teneurs en dioxines et en PCB-dl dans les différents milieux exposants les populations (sols, air, végétaux), où les teneurs respectent les valeurs réglementaires fixées en France, à l'exception toutefois de deux zones où la qualité des sols est particulièrement dégradée.

Il s'agit du pourtour des plateformes chimiques de Jarrie comme du Pont-de-Claix, où certaines aires résidentielles avec jardin (avec ou sans potager) présentent des teneurs relativement élevées. Au droit de ces zones, sur la base des calculs sanitaires au travers des grilles IEM, la situation est considérée comme nécessitant une réflexion plus approfondie vis-à-vis des risques sanitaires pour les adultes et plus encore pour les jeunes enfants, dont le comportement main-bouche marqué les expose davantage. De plus, les populations y sont également exposées à des teneurs en PCB contributrice de risques sanitaires.

Par suite, il est recommandé la mise en place d'un plan d'actions impliquant l'ensemble des acteurs de la zone d'étude du Sud Grenoblois (pouvoirs publics, industriels et particuliers), afin de :

- 1- Maîtriser le risque sanitaire pour les populations résidents à proximité des plateformes chimiques au travers d'un plan d'actions simples :
  - Maîtriser les sources de pollution résiduelles, via le contrôle renforcé par la DREAL et selon la méthodologie nationale en matière de « sites et sols pollués » des éventuelles sources de pollutions résiduelles présentes sur les plateformes du Pont-de-Claix et potentiellement de Jarrie ;
  - Limiter le transfert par ré-envoi de poussières de sols impactés par les dioxines, via la poursuite de la surveillance par les industriels et les communes de la qualité de l'air notamment lors de travaux d'aménagement, de construction, etc.
  - Communiquer sur l'application de règles d'hygiène simples (lavage régulier des mains et soigneux des végétaux autoproduits avant consommation) par notamment les résidents proches des plateformes chimiques et sur l'usage de certains amendements pouvant contenir des concentrations importantes en polluants comme les dioxines et les métaux.
- 2- Rétablir la compatibilité des milieux avec les usages, via un plan d'actions dit « complexe », qui pourra s'appuyer sur les outils méthodologiques et réglementaires, tels qu'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires permettant de caractériser le cumul des expositions, ou encore le recours à des servitudes portant restriction d'usage des milieux, en tant que de besoin.

### **Poussières / oxydes d'azote**

La qualité de l'air ambiant extérieur est localement dégradée par les teneurs en poussières et oxydes d'azote, polluants auxquels sont exposés à des teneurs dépassant les seuils réglementaires, les populations habitant près des axes routiers. Cette situation a déjà été relevée par ATMO AURA, qui a proposé en 2016 un plan d'action.

Dans le cadre de la présente étude, il est recommandé la poursuite des mesures de gestion en cours d'application sur la zone d'étude du Sud Grenoblois exposé aux poussières et oxydes d'azote (trafic routier), dans le cadre du Plan de Protection de l'Atmosphère de la région grenobloise (en cours de révision).



# ANNEXES



# **ANNEXE 1 – PRESENTATION DETAILLEE DE LA METHODE DE L’IEM ET ADAPTATION A L’ETUDE DU SUD GRENOBLOIS**

## 1. Sources des données disponibles

Les données disponibles dans le cadre de la présente étape 3 de l'étude de zone sont issues de :

- Rapport de l'étape 1 de l'« étude de zone du sud grenoblois : Réalisation de l'état des lieux et du schéma conceptuel d'exposition (38) », ANTEA GROUP, Juillet 2014, 69744/A.
- Rapport de l'étape 2 de l'« étude de zone du Sud Grenoblois (38) – Diagnostic de l'état des milieux – Investigations complémentaires », ARTELIA, Juillet 2019, 8513723\_R3V2.
- Données transmises par les industriels (voir paragraphe ci-dessous).

## 2. Schéma conceptuel d'exposition à l'issue de l'étape 1

La présente partie est extraite du rapport de l'étape 1 de l'étude de zone du Sud Grenoblois, établi par ANTEAGROUP en juillet 2014, référence 69744/A.

### 2.1. Méthodologie

Le schéma conceptuel d'exposition est élaboré à partir de l'état des lieux et décrit les sources de polluants, les transferts liés aux milieux environnementaux et à leurs usages. Il recense les populations exposées du fait de leurs modes de vie, de leur vulnérabilité et localisations. Il est construit à partir de l'inventaire des informations disponibles sur chacun de ces éléments.

Le schéma conceptuel permet d'illustrer les voies de transfert (vecteurs) potentielles depuis les sources d'impact vers les milieux d'exposition où peuvent être exposés les récepteurs (cibles).

#### 2.1.1. Les sources

L'ensemble des milieux de la zone d'étude sont considérés comme des sources d'impact :

- Air ambiant extérieur/ Gaz du sol
- Eau souterraine/ superficielle
- Sol/ Sédiments
- Aliments produits localement

#### 2.1.2. Les voies d'exposition retenues

Les voies de transfert retenues sont les suivantes :

- L'inhalation des composés sous formes gazeuses et des particules ;
- L'inhalation de remontées de vapeurs de composés volatils identifiés dans la nappe ;
- L'ingestion par les enfants de sols impactés par les retombées atmosphériques et de poussières ;
- L'ingestion de légumes, de céréales et de fruits, impactés par les retombées atmosphériques et l'absorption racinaire (sol contaminé) ;
- L'ingestion d'eau de consommation, qui provient de la nappe alluviale ;
- L'ingestion des produits issus de l'élevage animal (lait, oeufs, viande, etc.) est retenue ;
- L'ingestion de végétaux arrosés par l'eau de puits contaminés ou par l'utilisation d'eau superficielle.

### **2.1.3. Les voies d'exposition non retenues**

Les voies de transfert non retenues sont les suivantes :

- L'ingestion de poisson ;
- L'exposition par ingestion d'eau de baignade ;
- L'exposition par ingestion d'eau de piscine remplie avec l'eau de puits contaminés ;
- L'exposition par contact cutané avec les sols ou les eaux de baignade.

### **2.1.4. Les enjeux : cibles « potentielles »**

Les cibles potentielles sont les populations situées sur la zone d'étude. Plus spécifiquement, ce sont les populations susceptibles d'être exposées aux diverses sources d'émissions atmosphériques (chauffage, trafic et industriels) mais également aux sources d'émissions aqueuses.

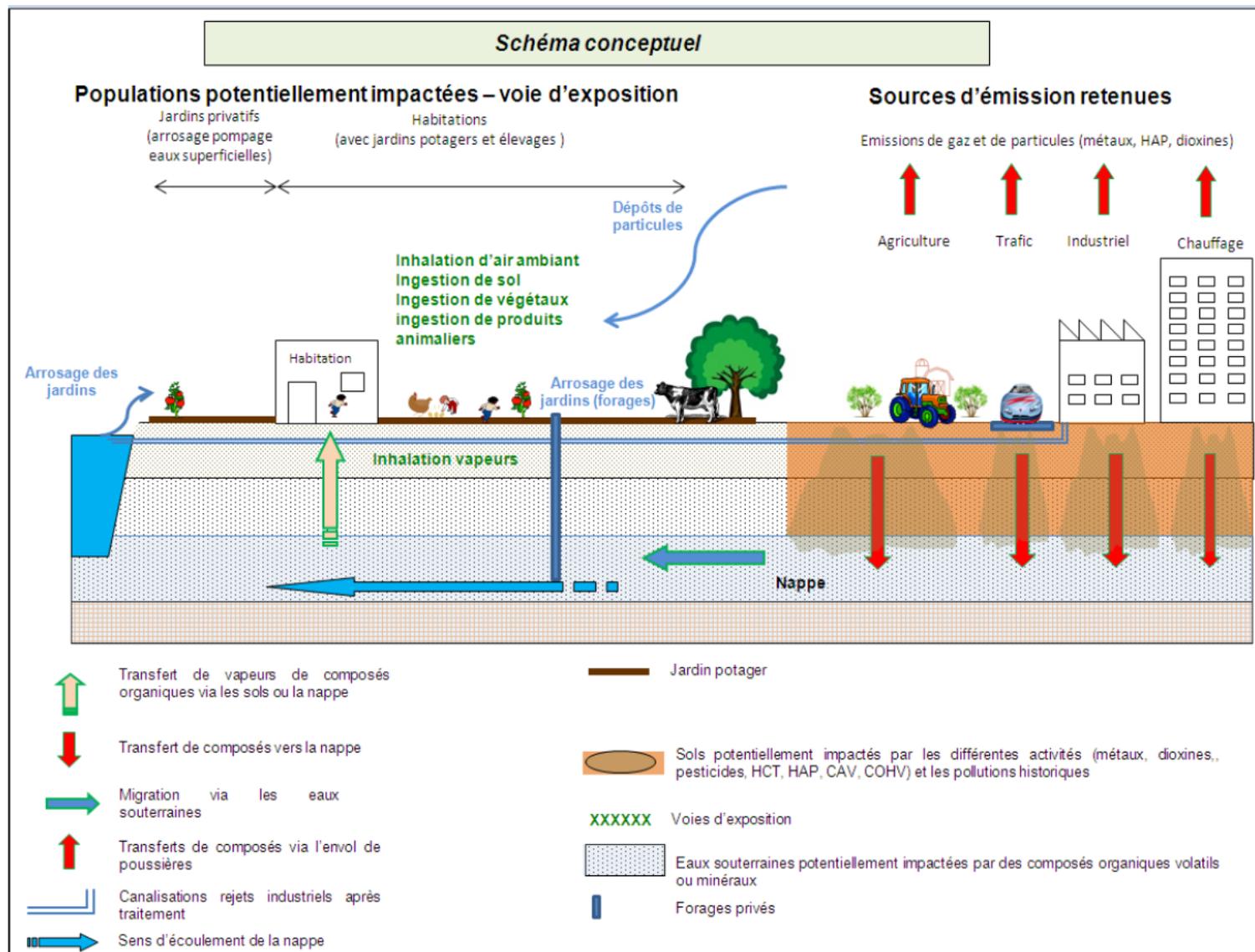
Ces populations comprennent :

- Les populations générales exposées aux différentes sources d'émission retenues ;
- Des personnes dites « sensibles » (enfants et personnes âgées).

### **2.1.5. Synthèse du schéma conceptuel d'exposition**

Le schéma conceptuel est présenté page suivante sous forme graphique.

Figure 6 - Schéma conceptuel à l'issue de l'étape 1 (source : étude de zone du Sud Grenoblois - étape 1, 2014)



### 2.1.6. Mise en œuvre du schéma conceptuel dans la présente IEM

La présente étude de zone a permis d'évaluer la compatibilité des usages constatés sur la zone du Sud Grenoblois, conformément aux orientations du schéma conceptuel dressé dès l'étape 1 de l'étude.

Il a ainsi été systématiquement évalué pour chaque milieu l'exposition de deux types de population, les plus sensibles :

- Scénario 1 : enfants âgés de 0 à 6 ans, résidents de logements avec potager ;
- Scénario 2 : adultes les plus exposés, à savoir les résidents sédentaires possédant un potager.

Tout autre type de population (adulte résident sans potager, personnes âgées, visiteurs, etc.) sont considérés comme étant moins exposée.

Ces populations fictives sont potentiellement exposées aux polluants présents dans différents milieux, via les voies de transfert ci-dessous, pour lesquelles le risque sanitaire a été évalué :

- L'inhalation des composés sous formes gazeuses et des particules : la qualité du milieu AIR AMBIANT EXTERIEUR et sa compatibilité avec les populations qui l'inhalent ont été évaluées.
- L'inhalation de remontées de vapeurs de composés volatils identifiés dans la nappe : la qualité du milieu GAZ DU SOL a été évaluée et l'exposition des populations via l'inhalation d'AIR AMBIANT INTERIEUR a été évaluée.
- L'ingestion par les enfants de sols impactés par les retombées atmosphériques et de poussières : la qualité du milieu SOL a été évaluée à la fois dans les aires de jeux, les écoles et les jardins/potagers privés, ainsi que les risques sanitaires pour les enfants y jouant et les adultes les plus exposés, ceux qui jardinent.
- L'ingestion de légumes, de céréales et de fruits, impactés par les retombées atmosphériques et l'absorption racinaire (sol contaminé) : la qualité du milieu VEGETAUX AUTOPRODUITS et l'exposition des populations via leur ingestion a été évaluée. Cette évaluation intègre l'exposition des populations à l'eau de puits ou superficielle potentiellement contaminées et utilisées pour l'arrosage.

En revanche, en l'absence de données sur la qualité des produits issus de l'élevage animal, la voie d'exposition associée n'a pas pu être étudiée.

Quant à l'ingestion d'eau de consommation, qui provient de la nappe alluviale, lors de l'étape 1, il était spécifié que la qualité des eaux alimentant les réseaux d'AEP est sous surveillance sanitaire étroite et assurée à partir de ressources de bonne qualité. Ce milieu n'a pas été évalué dans le cadre de la présente phase de l'étude. Notons par ailleurs que les nappes situées en rive droite du Drac présentent une qualité chimique dégradée du fait des activités industrielles, et par suite, tout usage pour la consommation est proscrit.

Enfin, les voies d'exposition des populations qui n'ont pas été retenues lors de l'étape 1 de la présente étude de zone n'ont, par suite, pas été évaluées :

- L'ingestion de poisson
- L'exposition par ingestion d'eau de baignade
- L'exposition par ingestion d'eau de piscine remplie avec l'eau de puits contaminés
- L'exposition par contact cutané avec les sols ou les eaux de baignade

Par conséquent, aucune IEM n'a été menée pour les milieux : eau de nappe, eau superficielle et sédiments.

### 3. PHASE 0 : Processus d'identification des substances d'intérêt pour chaque milieu

Les substances étudiées au cours de la présente étape 3 d'IEM dans le cadre de l'étude de zone sont celles listées au cours des diverses étapes de l'étude de zone du Sud Grenoblois comme «substances pertinentes pour qualifier l'état des milieux et quantifier le risque », selon les préconisations du guide 2011 d'étude de zone, comme suit :

- au cours de l'étape 1 d'état des lieux, il a été établi « la liste des substances pertinentes pour qualifier l'état des milieux et quantifier le risque », comme préconisé par le guide 2011 d'étude de zone ;
- sur la base de cette liste et des données disponibles, l'étape 1 a conclu à des investigations complémentaires d'intérêt sur les différents milieux. Ces investigations complémentaires d'intérêt ont fait l'objet d'une revue critique menée par le bureau d'étude BG Ingénieurs Conseils<sup>6</sup>, sur laquelle s'est appuyé le comité de pilotage pour dresser le cahier des charges de l'étape 2, dédiée aux investigations de terrain ;
- au cours de l'élaboration du cahier des charges de l'étape 2, cette liste a été complétée de quelques paramètres, par extension des substances d'intérêt d'un milieu à l'autre (cas des retombées atmosphériques provenant des sols et impactant les végétaux) ;
- à cette liste de l'étape 1 établie sur base des données 2009-2011, sont ajoutées les substances nouvellement utilisées depuis par les industriels, dont les données ont été mises à jour dans le cadre de cette étape 3 de l'Étude de zone. Seules les substances quantifiées ont été listées.

ARTELIA a procédé à une synthèse des substances considérées d'intérêt sélectionnées au cours de chacune des étapes de l'étude de zone, ainsi que des données disponibles avec teneurs quantifiées.

Le tableau de synthèse des substances d'intérêt retenues in fine est présenté en annexe.

### 4. PHASE 1 : mise à jour des données

Les étapes 1 et 2 de la présente étude de zone ont été publiées en 2014 et 2019 respectivement. L'ensemble des données d'intérêt a été mise à jour pour les besoins de la présente étape et concerne :

- Données de suivi des émissions et des études de surveillance effectuées par les industriels de la zone d'étude, pour les industriels ayant positivement répondu à la sollicitation (CATERPILLAR, COLAS, EXTRACTHIVE, VENCOREX),
- Données publiques relatives aux sites industriels de la zone d'étude du Sud Grenoblois, disponibles sur les bases de données BASOL/BASIAS/BARPI,
- Valeurs repères identifiées lors des étapes 1 et 2, qu'il s'agisse de : bruit de fond, valeurs réglementaires, valeurs toxicologiques de référence.

Une harmonisation du traitement de l'ensemble des données a été effectuée, via :

- Le recours au géo-référencement pour intégration des données à un logiciel de système d'information géographique (SIG) ;
- La compilation de l'ensemble des données par milieu : SOL, AIR (air ambiant extérieur / gaz du sol), DENREES ALIMENTAIRES (végétaux).

---

<sup>6</sup> « CAHIER DES CHARGES TECHNIQUES DES INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES PRÉVUES À L'ETAPE 2 », BG Ingénieurs Conseils, 12/07/2017, réf. FF0779.03/RN001/vb/Gar

## 5. PHASE 2 : évaluation de la dégradation des milieux

### 5.1. Méthodologie du « Guide pour la conduite d'une étude de zone » : établissement du fond naturel

D'après le Guide pour la conduite d'une étude de zone établi par l'INERIS en 2011, en premier lieu, il est nécessaire de caractériser les milieux d'exposition retenus dans le schéma conceptuel d'exposition. La caractérisation des milieux se base sur des mesures réalisées localement, ou à défaut modélisées.

Une fois le milieu caractérisé, il est mené pour chaque substance une comparaison à l'état naturel de l'environnement, à savoir une comparaison au **fond naturel** [concentration liée à l'ensemble des processus géologiques et pédologiques naturels, mais non influencées par d'autres sources (anthropiques en particulier)].

Contrairement aux IEM de sites industriels, les IEM d'étude de zone ne recourent pas à la comparaison au **fond ambiant** dont les teneurs sont composées d'une fraction naturelle (fond naturel) et d'une fraction anthropique liée aux apports diffus du fait d'activités humaines, à l'exclusion de toutes sources de pollution localisées. En effet, l'étude de zone cible non seulement le risque attribuable à chaque installation, mais surtout le risque cumulé de l'ensemble des sources locales existantes.

La méthodologie d'une IEM d'étude de zone spécifie la méthode d'acquisition des concentrations en fond naturel :

- **Etape 1** : comparer à l'état des milieux « naturels » représentatifs de la zone d'investigation  
⇒ besoin de renseigner les fonds géochimiques naturels, exempts de toute pollution anthropique.
- **Etape 2** : devant la difficulté à définir un milieu « naturel », recourir à des « environnements locaux témoins » situés dans la zone d'étude (ou son voisinage), mais hors de l'influence des sources identifiées (sources ponctuelles et diffuses dans le cas d'une étude de zone).  
⇒ utiliser les données recensées dans l'étape 1 (états initiaux des études d'impact, points témoins des plans de surveillance environnementale) ou les résultats de mesures complémentaires réalisées au cours de l'étape 2.
- **Etape 3** : à défaut ou en complément, utiliser des bases de données nationales.

Dans la suite du rapport, pour chaque milieu et chaque (famille de) substance(s), un certain nombre de valeurs de bruit de fond sont étudiées afin d'arrêter celles qui sont adaptées et retenues pour l'étude. L'ensemble de ces données, quelles que soient les contributions naturelles ou anthropiques, est appelé Bruit de Fond, abrégé BDF.

### 5.2. Adaptation aux données disponibles sur la zone du Sud Grenoblois : établissement du fond naturel adapté localement

Pour chaque milieu, il a été étudié, comme décrit ci-dessous, la possibilité d'établir un bruit de fond (BDF), représentatif de la zone d'étude du Sud Grenoblois :

- Pour chaque milieu, une analyse critique de la possibilité d'établir un BDF local à partir des données acquises lors des étapes 1 et 2 a conduit à retenir cette possibilité uniquement pour les eaux souterraines et superficielles, disposant de points de référence en amont hydraulique de la zone d'étude et des zones urbanisées.
- Pour les autres milieux, il a été fait le choix de recourir aux études Rhône-alpines et aux bases de données nationales. Ainsi, ARTELIA a procédé aux actions suivantes :
  - Mise à jour systématique des bruits de fond établis dans l'étape 1 ;
  - Complément avec les bruits de fond identifiés dans les autres études de zone consultées ;
  - Recherche de BDF pour toutes les substances recherchées dans les études consultées ;
  - Sélection du BDF le plus pertinent selon les critères décrit ci-après pour chaque milieu.

## **6. PHASE 3 : comparaison aux valeurs de gestion disponibles**

### **6.1. Méthodologie du « Guide pour la conduite d'une étude de zone » : établissement des valeurs de gestion**

D'après le Guide pour la conduite d'une étude de zone établi par l'INERIS en 2011, les concentrations dans les milieux impactés sont comparées aux valeurs de gestion réglementaires et les objectifs de qualité des milieux en vigueur, que ces valeurs concernent la protection de la santé des populations ou la préservation de la biodiversité.

Le Guide pour la conduite d'une étude de zone établi par l'INERIS en 2011 précise que les valeurs de gestion à considérer sont :

- les critères de qualité des eaux superficielles et souterraines, à usage d'irrigation ou d'abreuvement et les critères de potabilisation ou de potabilité des eaux pour la consommation humaine ;
- les critères de qualité de l'air extérieur ;
- les critères de qualité des denrées alimentaires destinées à l'alimentation humaine.

Les milieux sol ne sont pas listés dans le guide. Des valeurs réglementaires de gestion existent toutefois pour certaines substances ; elles ont été utilisées (Cf. section 2).

#### **Cas où aucune valeur de gestion n'est disponible**

Si, dans la zone d'étude, l'analyse met en évidence une dégradation des milieux et que les valeurs de gestion ne sont pas disponibles, le prestataire estime dans quelle mesure cet état dégradé des milieux peut compromettre ou non les usages recensés.

Dans la suite du rapport, les valeurs de gestion réglementaires et les objectifs de qualité des milieux en vigueur sont regroupées sous le terme de valeurs réglementaires, abrégé VR.

### **6.2. Adaptation aux données disponibles sur la zone du Sud Grenoblois : méthode de mise à jour des valeurs de gestion réglementaire**

ARTELIA a procédé à la mise à jour des valeurs réglementaires recensées dans le rapport d'étape 1 de l'étude de zone, de la façon suivante :

- Complément avec les valeurs réglementaires mises à jour/ajoutées/modifiées selon la synthèse nationale de 2017
- Vérification de l'existence de valeurs réglementaires pour tous les composés identifiés lors de l'évaluation des données, étendue aux pays européens proches et faisant référence : Allemagne, Suisse, Pays-Bas.

Les principales sources de données utilisées pour la mise à jour des VR ont été validées lors du COPIL de mars 2020.

### **6.3. Sources de données consultées pour établir les valeurs de gestion**

Le guide d'étude de zone de l'INERIS précise que les valeurs de gestion doivent être recherchées dans la dernière mise à jour du rapport d'étude INERIS « Synthèse des valeurs réglementaires pour les substances chimiques, en vigueur dans l'eau, l'air et les denrées alimentaires en France au 1er novembre 2009 ». La dernière version publiée par l'INERIS le 13/03/2018 sous le n° de rapport INERIS-DRC-17-164559-10404A a été utilisée.

Des documents spécifiques à chaque milieu ont également été consultés comme détaillé dans les paragraphes ci-dessous dédiés à chaque d'entre eux.

## 7. Synthèse des PHASES 2 et 3 : Interprétation de la comparaison

Pour chaque substance d'intérêt, en première approche, la qualité de chaque milieu sera représentée par la teneur maximale de la substance étudiée.

Pour chaque substance, les teneurs sont comparées au bruit de fond établi, sur la base des données au niveau régional ou national, disponibles dans la littérature.

En cas de dépassement du bruit de fond, l'analyse des données est poursuivie et une discussion sera menée sur la base du questionnement suivant :

- La teneur moyenne dépasse-t-elle également la teneur du bruit de fond ? peut-elle déclinée par zone de prélèvements homogènes (zone sous influence industriels, trafic routiers, etc.) ?
- Le bruit de fond est-il spécifique à la zone d'étude du Sud Grenoblois ou peut-il exister une différence localement significative entre la teneur du bruit de fond disponible dans la littérature et la réalité du Sud Grenoblois ?

La comparaison des teneurs obtenues lors des études sur la zone du Sud Grenoblois au bruit de fond doit aboutir à distinguer les substances dégradant la qualité du milieu, globalement ou plus localement.

Ensuite, la teneur maximale de chaque substance est comparée aux valeurs de gestion et de même, en cas de dépassement, l'analyse est poursuivie à partir de la teneur moyenne.

Tableau 56 – Interprétation de la comparaison aux valeurs de bruit de fond et de gestion

Dégradation du milieu ? <b>NON</b> (Dépassement des VR* ? <b>NON</b> ou <b>pas de VR disponible</b> )	Dégradation du milieu ? pas de <b>BDF**</b> <b>disponible</b> Dépassement des VR ? <b>NON</b>
=> aucune action particulière à mettre en place	
Dégradation du milieu ? <b>OUI</b> Dépassement des VR ? <b>NON</b> => approfondissement de la réflexion sur l'intérêt d'un plan de gestion simple	
Dégradation du milieu ? <b>OUI</b> ou pas de <b>BDF disponible</b> Dépassement des VR ? <b>pas de valeur de gestion disponible</b>	
=> analyse des risques sanitaires, via l'usage de grille IEM	

\*VR : valeur de gestion réglementaire.

\*\*BDF : valeur de bruit de fond

## 8. PHASE 4 : grilles de calcul IEM

### 8.1. Méthodologie du « Guide pour la conduite d'une étude de zone » : mise en œuvre des grilles IEM

D'après le Guide pour la conduite d'une étude de zone établi par l'INERIS en 2011, il convient d'utiliser la grille de calculs et les critères d'interprétation du guide sur l'interprétation des milieux, publié par le ministère français en charge de l'environnement en avril 2017, pour les substances et les milieux suivants :

- pour les substances et les milieux ne disposant pas de valeur de bruit de fond, ni de valeurs de gestion réglementaires,
- pour les substances et les milieux pour lesquels une dégradation est observée et sans valeurs de gestion, dans le cas où cet état dégradé des milieux peut compromettre ou non les usages recensés.

Par ailleurs le guide nationale de gestion des sites et sols pollués, paru en avril 2017, confirme que « Les grilles de calcul IEM ne sont pas utilisées lorsque les valeurs réglementaires sont dépassées dans le contexte pour lequel elles ont été élaborées ».

### 8.2. Méthodologie du « Guide national de gestion des sites et sols pollués » : usage des grilles IEM

Le guide national de gestion des sites et sols pollués, mise à jour en avril 2017 par le ministère français en charge de l'environnement spécifie la méthodologie d'usage des grilles IEM.

#### i. Principes et objectifs

Le guide précise que pour rester cohérent avec la gestion effective des risques mise en œuvre par les pouvoirs publics pour la population française, l'utilisation des grilles IEM conduit à considérer chacune des voies d'exposition séparément et, pour une même voie d'exposition, les substances sont considérées isolément, sans procéder à l'additivité des risques.

Les grilles IEM permettent d'évaluer la compatibilité des milieux avec leurs usages à partir d'une quantification partielle des risques, menée selon les étapes décrites ci-après.

#### ii. Valeur Toxicologique de Référence (VTR)

Pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires, plusieurs types d'indices toxicologiques sont utilisés. L'évaluation de la toxicité des substances passe par deux étapes. La première a pour but d'identifier les effets indésirables que la substance est capable de provoquer chez l'homme. La seconde consiste à définir la relation quantitative qui existe entre la dose de polluant et l'effet produit. Cette relation se traduit par une Valeur Toxicologique de Référence, VTR.

La note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/2014 précise la méthodologie de sélection des substances chimiques et des choix des VTR pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués. La présente sélection a été menée conformément à ladite méthodologie synthétisée ci-dessous :

- les VTR construites par l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail),
- la VTR la plus récente parmi : US-EPA (The United States Environmental Protection Agency), ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) ou OMS (Organisation Mondiale de la Santé),
- la VTR la plus récente parmi : Santé Canada, RIVM (Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu), OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment) ou EFSA (European Food Safety Authority).

Les VTR ont été recherchées dans :

- le fichier excel de l'ANSES, mis à jour le 21 Février 2020<sup>7</sup>,
- le Portail des Substances Chimique, où l'INERIS met à jour les VTR disponibles.

La sélection des VTR a également été appuyée sur rapport INERIS « Bilan des choix de VTR disponibles sur le portail des substances chimiques de l'INERIS », du 28 janvier 2019<sup>8</sup>.

### iii. Calcul de l'exposition

Le calcul de la dose d'exposition considère la concentration en polluant dans le milieu considéré, les paramètres physiologiques de l'individu exposé (volume d'air inhalé par jour, taux d'ingestion, poids de l'individu, etc.) et son exposition (durée, fréquence, etc.). Il repose sur une formule mathématique, différente selon que l'exposition de la cible s'effectue par la voie d'ingestion ou d'inhalation.

Tableau 57 – Formules de calcul de l'exposition

Nom de la dose d'exposition	Formule de calcul	Données d'entrée
<b>Exposition par INGESTION (sols, eau, légumes, etc.)</b>		
La dose d'exposition est appelée Dose Journalière d'Exposition (DJE)	$DJE_j = \frac{Q_i \times C_i \times F \times T}{P \times T_m}$	<p>DJE : Dose journalière d'exposition liée à une exposition au milieu i par la voie d'exposition j (en mg/kg/j),</p> <p>Q<sub>i</sub> : Quantité de milieu (sol, eau, aliment, ...) administrée par jour,</p> <p>C<sub>i</sub> : Concentration du polluant dans le milieu i (sol, eau, aliment, ...),</p> <p>F : Fréquence d'exposition (jours/365),</p> <p>T : Durée d'exposition (années),</p> <p>P : Masse corporelle de la cible (kg),</p> <p>T<sub>m</sub> : Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée :</p> <p>Pour les effets à seuils : T<sub>m</sub> = T ;</p> <p>Pour les effets sans seuils : T<sub>m</sub> = 70 ans</p>
<b>Exposition par INHALATION (poussières, substances volatiles, etc.)</b>		
La dose d'exposition est appelée Concentration moyenne Inhalée (CI)	$CI_a = \frac{C_a \times t \times F \times T}{T_m}$	<p>C<sub>a</sub> : Concentration moyenne inhalée du composé (a) (mg/m<sup>3</sup>)</p> <p>C<sub>a</sub> : Concentration du composé (a) dans l'air inhalé (mg/m<sup>3</sup>)</p> <p>t : Fraction du temps d'exposition pendant une journée (heures/24)</p> <p>F : Fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an)</p> <p>T : Durée d'exposition (années)</p> <p>T<sub>m</sub> : Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée :</p> <p>Pour les effets à seuils : T<sub>m</sub> = T ;</p>

<sup>7</sup> VTR construites et choisies par l'Anses - Base de données : <https://www.anses.fr/fr/content/vtr-construites-et-choisies-par-l%E2%80%99ances-base-de-donn%C3%A9es>

<sup>8</sup> Rapport INERIS réf. DRC-18-170856-11674A, [https://substances.ineris.fr/uploads/content/DRC-18-170856-11674A\\_bilan%20choix%20VTR%20fin%202018\\_signe.pdf](https://substances.ineris.fr/uploads/content/DRC-18-170856-11674A_bilan%20choix%20VTR%20fin%202018_signe.pdf)

Pour les effets sans seuils : Tm = 70 ans

#### iv. Quantification des risques sanitaires

Le calcul d'indicateurs de risque étant réalisé à partir des valeurs toxicologiques de référence, il se distingue pour les composés à effet à seuil (atteinte d'un organe ou d'un système d'organes), et pour les composés à effet sans seuil (polluants cancérigènes génotoxiques).

Tableau 58 – Formules de calcul des risques sanitaires

Type d'exposition	Composé à seuil d'effet	Composé sans seuil d'effet
<b>Par Inhalation</b>	$QD = CI/VTRi$	$ERI = VTRi \times CI$
<b>Par ingestion</b>	$QD = DJE/VTRo$	$ERI = VTRo \times (DJE \times T/Tm)$

avec :

- QD : Quotient de danger
- CI : Concentration inhalée (en  $mg/m^3$ )
- DJE : Dose journalière d'Exposition (en  $mg/kg$  de poids corporel/jour)
- VTR : Valeur Toxicologique de Référence par inhalation (VTRi) ou par ingestion (VTRo)
- T : Durée d'exposition (années)
- Tm : Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet  
Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)

#### v. Interprétation des résultats

Des intervalles de gestion des risques ci-dessous sont fixés pour interpréter les résultats des calculs de niveaux théoriques de risques.

L'interprétation est faite substance par substance et milieu par milieu, les conclusions pouvant être différentes selon les substances et les voies d'exposition.

Tableau 59 – Interprétation des résultats de l'IEM dans le cadre d'une étude de zone

Intervalle de gestion des risques pour les substances		Interprétation des résultats
A effet de seuil	Sans effet de seuil	
$QD \leq 0,2$	$ERI \leq 10^{-6}$	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés
$0,2 < QD < 5$	$10^{-6} < ERI < 10^{-4}$	Intervalle nécessitant une réflexion plus approfondie avant de s'engager dans un plan de gestion
$QD \geq 5$	$ERI \geq 10^{-4}$	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages constatés



## **ANNEXE 2 – TABLEAU DE SYNTHÈSE DES SUBSTANCES D'INTERET**

cellules colorées : données disponibles avec teneurs quantifiées d'après l'étude de phase 1

1 : Rapport de Phase 1, ANTEA, 2014 - Ch.4 : Sélection des substances à intérêt

2 : Rapport de Phase 1, ANTEA, 2014 - Ch.5 : Propositions des investigations complémentaires

3 : CCTP pour la phase 2, BG, 2017 : Avis BG sur les inv compl

4 : CCTP pour la phase 2, BG, 2017 : Avis Comité de Pilotage sur les inv compl

5 : Rapport de Phase 2, ARTELIA, 2018 - Paramètres recherchés

6 : Rapport de Phase 3, ARTELIA 2020 - Liste des substances pertinentes pour qualifier l'état des milieux et quantifier le risque

Famille	Substance	Matrice																						
		Sol						Végétaux						Air			Gaz du sol							
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	6	1	2	3	4	5	6	
Poussières	Poussières PM10													X	v	Non revu par BG	E	Absence de données communiquées à ARTELIA						
	Poussières PM 2.5													X	v		E							
Oxydes	Monoxyde de carbone													X			-							
	Ozone													X			E							
	SOx													X			E							
	NOx													X	v		E							
Métaux et métalloïdes	Aluminium								v	O	A													
	Antimoine		v	O	A	R	E		v	O	A	R	E	X			E							
	Arsenic					R			v	O	A			X	v		E							
	Baruym																							
	Be																							
	Bore																							
	Cadmium					R								X			E							
	Cobalt													X	v		E							
	Chrome					R			v	O	A		E											
	Chrome VI					R								X			-							
	Cuivre	X		O	A	R	E			O	A	R	E	X	v		E							
	Sn																							
	Fer								v	O	A													
	Mercur	X	v	O	A	R	E		v	O	A	R	E	X			E							
	Manganèse		v						v	O	A			X			E							
	Molybdène																							
	Nickel					R			v	O	A			X			E							
	Plomb	X		O	A	R	E	X		O	A	R	E	X			E							
	Sélénium													X			-							
	Vanadium		v	O	A	R	E		v	O	A	R	E	X	v		E							
Titane								v	O	A														
Thallium (Tl)																								
Zinc	X		O	A	R	E		v	O	A														
Zirconium								v	O	A														
POP	Dioxines/furanés	X	v	O	A	R	E		v	O	A	R	E	X	v		E							
	PCB Dioxine-like		v	O	A	R	E			O	A	R	E	X			E							
	PCB	X	v	O	A	R	E		v	O	A	R	E	X			E							
	DDD, DDE, DDT-p,p'																							
COHV	1,2-dichloroéthane													X			E					R	E*	
	1,1,2 Trichloréthane																					R	E	
	1,2-dichloroéthylène														v		E					R	E	
	1,1 dichloroéthylène																					R	E	
	1,1 dichloroéthane																					R	E	
	1,2 dichloropropane																					R	E	
	1,1,1 trichloroéthane																					R	E	
	Chlorure de benzyle													X			-							
	Chlorure de vinyle																							
	Chlorobenzène													X			E					R	E	
	Tétrachlorure de carbone													X			E					R	E	
	Chloroéthane													X			-							
	Chlorométhane													X			-							
	Dichlorométhane													X			E					R	E	
	Tétrachloréthane																							
	Trichloroéthylène (TCE)																					R	E*	
	Tétrachloroéthylène (PCE)													X			E					R	E*	
	Chloroforme																					R	E	
	Bromoforme																							
	Bromochlorométhane																							
Dibromochlorométhane																								
Dichlorobromométhane																								
Mono Chloro Toluène																								
Di Chloro Toluène																								
Tri chloro toluène																								
Hexachloroéthane								v	O															
Hexachlorobutadiène								v	O															
Chlorobenzènes	monochlorobenzène																					R	E	
	dichlorobenzènes								v	O												R	E	
	trichlorobenzènes								v	O												R	E	
	Tétrachlorobenzène								v	O														
	Pentachlorobenzène								v															
	Hexachlorobenzène																							
HC	Hydrocarbures totaux								v	O												R	E	
	éthane																							
	éthylène																							
	Propane																							
	Propène																							
	Isobutane																							
	Butane																							
	Acétylène																							
	1-Butène																							
	2-Butène																							
	Isopentane																							
	1,3-Butadiène													X			E							
	n-Heptane																							
	1-pentène																							
	2-pentène																							
	Isoprène																							
	1-Hexène																							
	Hexane																							
Iso-Octane																								
n-Heptane																								
Octane																								
	Acénaphène											R		X			-							
	Acénaphylène											R												
	Benzo(a)anthracène								v	O		R	E	X			E							
	Benzo(b)fluoranthène											R												
	Benzo(k)fluoranthène											R												





## **ANNEXE 3 – CARTES GISSOL : CUIVRE, ZINC**

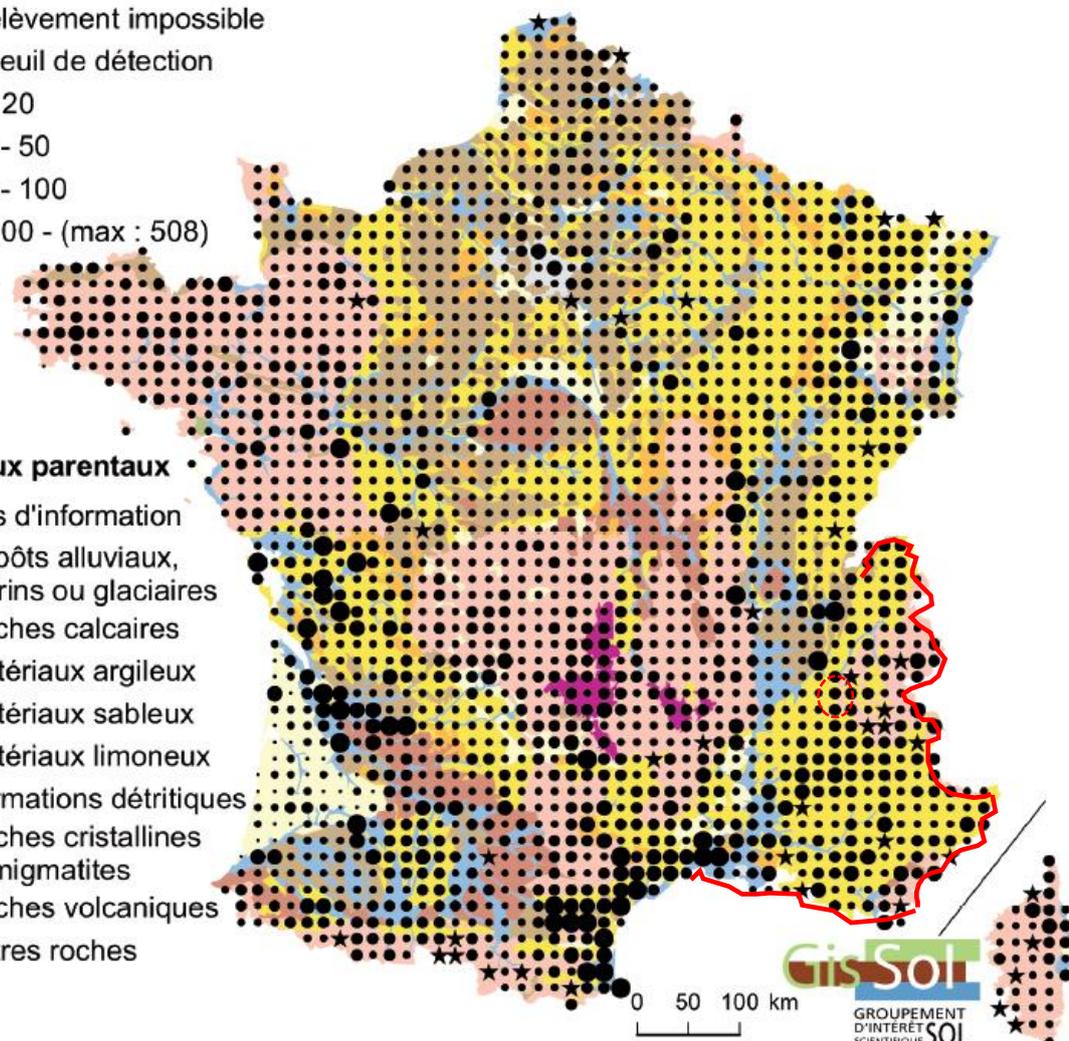
Teneurs en cuivre total des horizons de surface (0-30 cm) des sols en France.

**Teneur en cuivre total  
en mg.kg<sup>-1</sup>**

- ★ prélèvement impossible
- < seuil de détection
- 1 - 20
- 20 - 50
- 50 - 100
- > 100 - (max : 508)

**Matériaux parentaux**

- Pas d'information
- Dépôts alluviaux, marins ou glaciaires
- Roches calcaires
- Matériaux argileux
- Matériaux sableux
- Matériaux limoneux
- Formations détritiques
- Roches cristallines et migmatites
- Roches volcaniques
- Autres roches



Source : Gis Sol, RMQS, 2011 ; Inra, BDGSF, 1998.

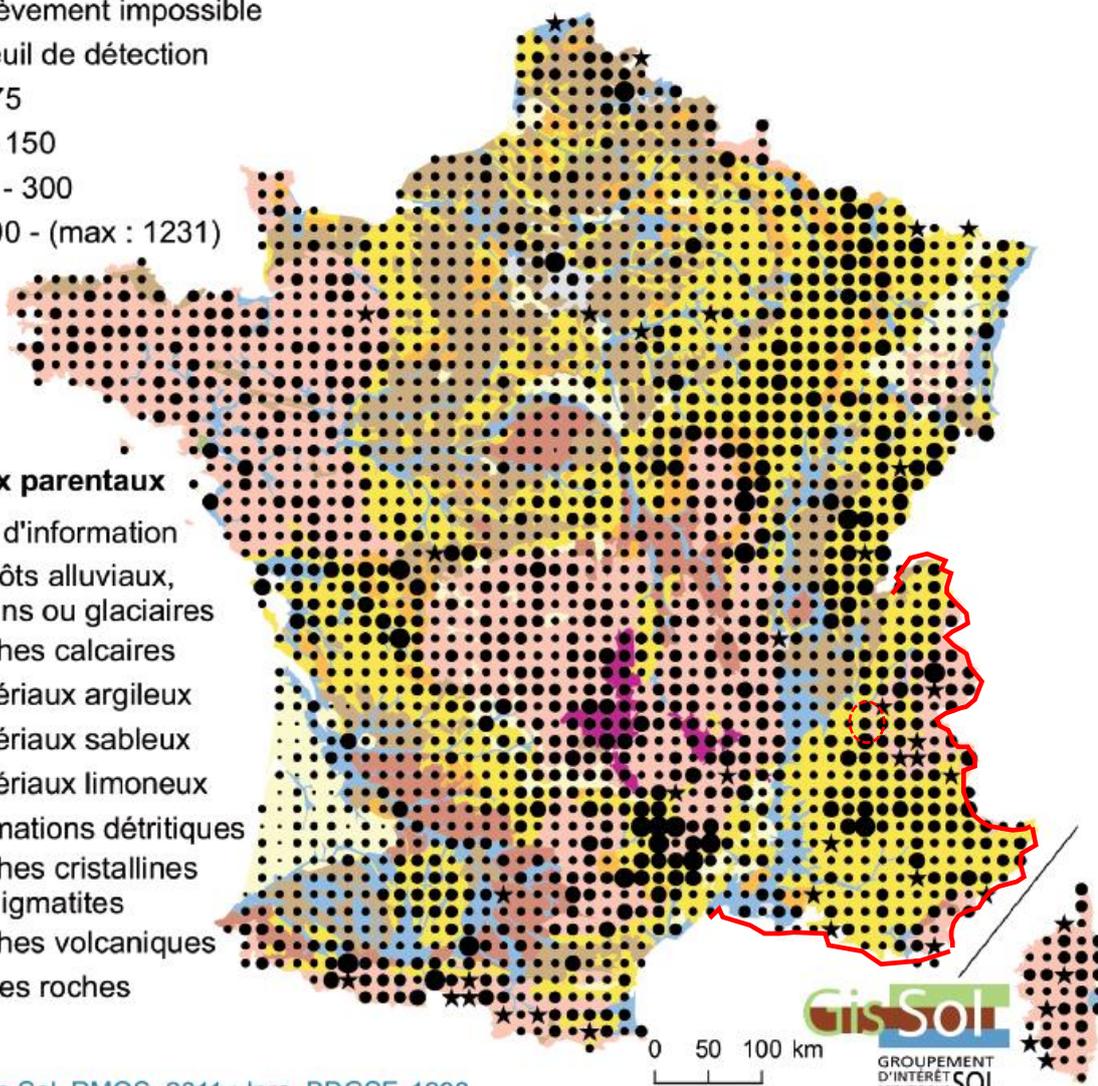
Teneurs en zinc total des horizons de surface (0-30 cm) des sols en France.

### Teneur en zinc total en $\text{mg.kg}^{-1}$

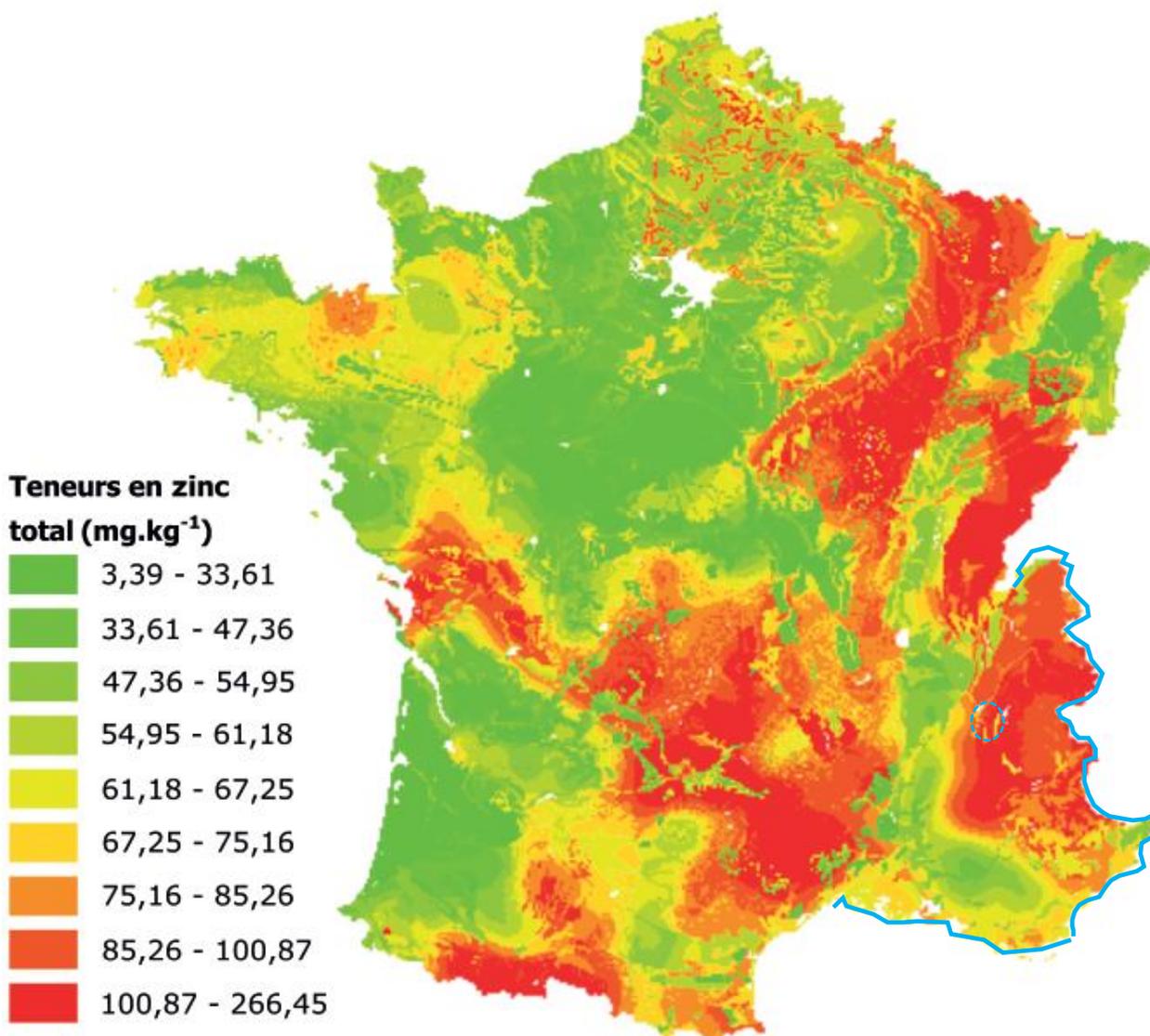
- ★ prélèvement impossible
- < seuil de détection
- 5 - 75
- 75 - 150
- 150 - 300
- > 300 - (max : 1231)

### Matériaux parentaux

- Pas d'information
- Dépôts alluviaux, marins ou glaciaires
- Roches calcaires
- Matériaux argileux
- Matériaux sableux
- Matériaux limoneux
- Formations détritiques
- Roches cristallines et migmatites
- Roches volcaniques
- Autres roches



Source : Gis Sol, RMQS, 2011 ; Inra, BDGSF, 1998.



**GisSol**  
 GROUPEMENT  
 D'INTÉRÊT  
 SCIENTIFIQUE SOL

0 100 200 km

Source : Gis Sol, 2019

Teneurs prédites en zinc total des horizons de surface (0-30 cm) des sols en France.



# **ANNEXE 4 – FIGURES DE SYNTHÈSE DES TENEURS EN NO<sub>2</sub> ET PM10 DANS LE MILIEU AIR EXTERIEUR – EXTRAIT RAPPORT 2015- 2016 ATMO AURA**

Extraits du rapport d'étude de zone du Sud Grenoblois « Résultats des campagnes de mesures réalisées en 2015 et 2016 », réalisé par ATMO Auvergne-Rhône-Alpes en 2015-2016 – Pour le dioxyde d'azote

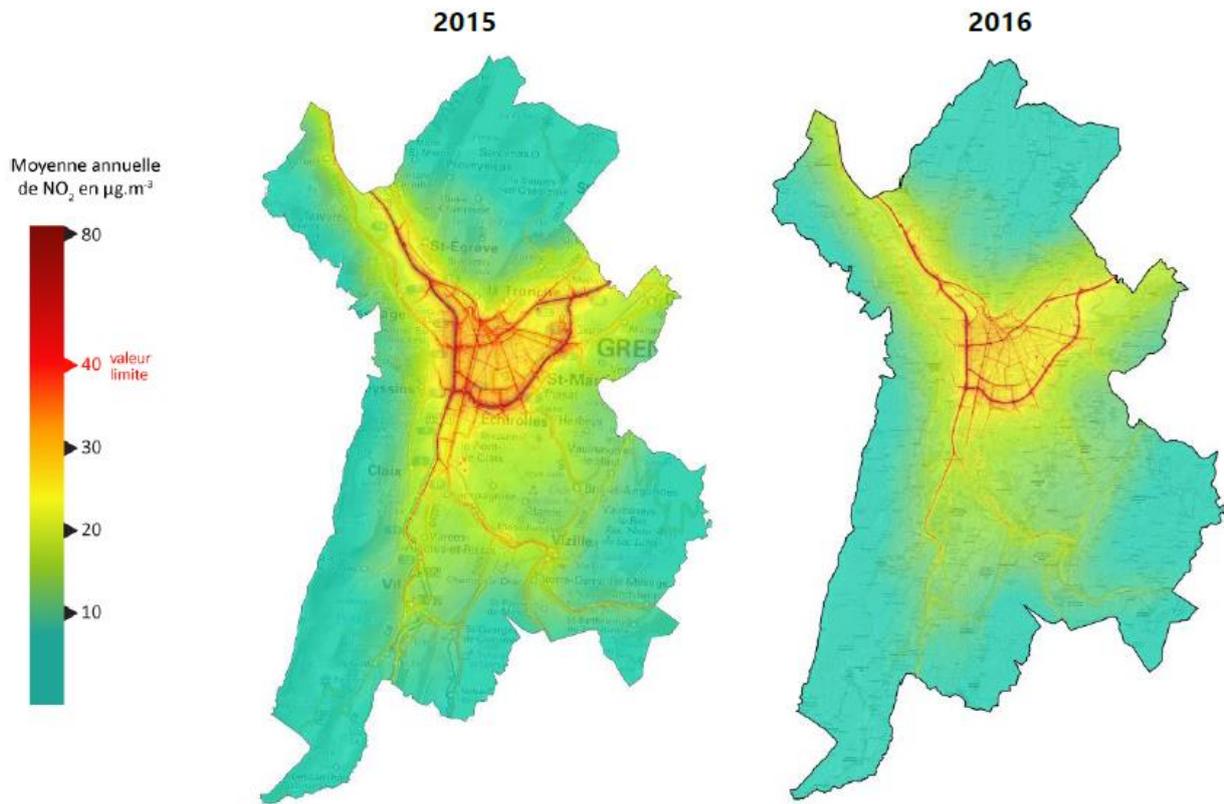


FIGURE 6 NO<sub>2</sub> : MOYENNE ANNUELLE DANS LA METROPOLE GRENOBLOISE EN 2015 ET 2016.

Extraits du rapport d'étude de zone du Sud Grenoblois « Résultats des campagnes de mesures réalisées en 2015 et 2016 », réalisé par ATMO Auvergne-Rhône-Alpes en 2015-2016 – Pour les PM10

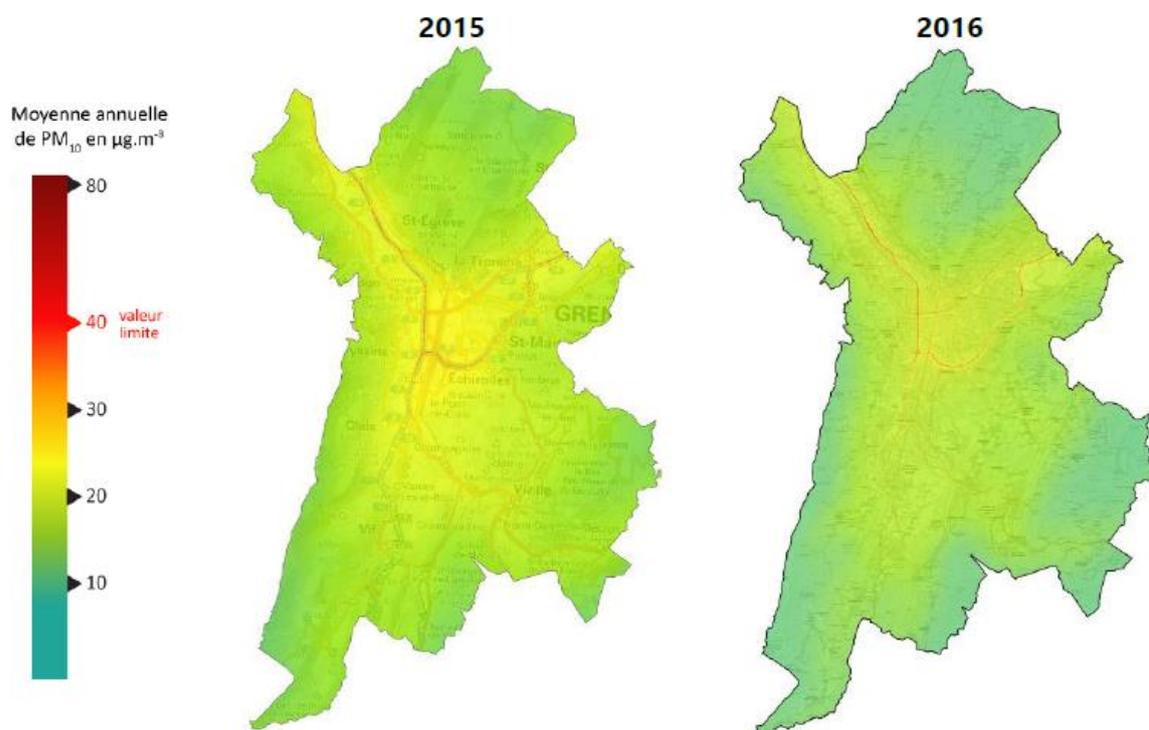


FIGURE 7 PM10 : MOYENNE ANNUELLE DANS LA METROPOLE GRENOBLOISE EN 2015 ET 2016.

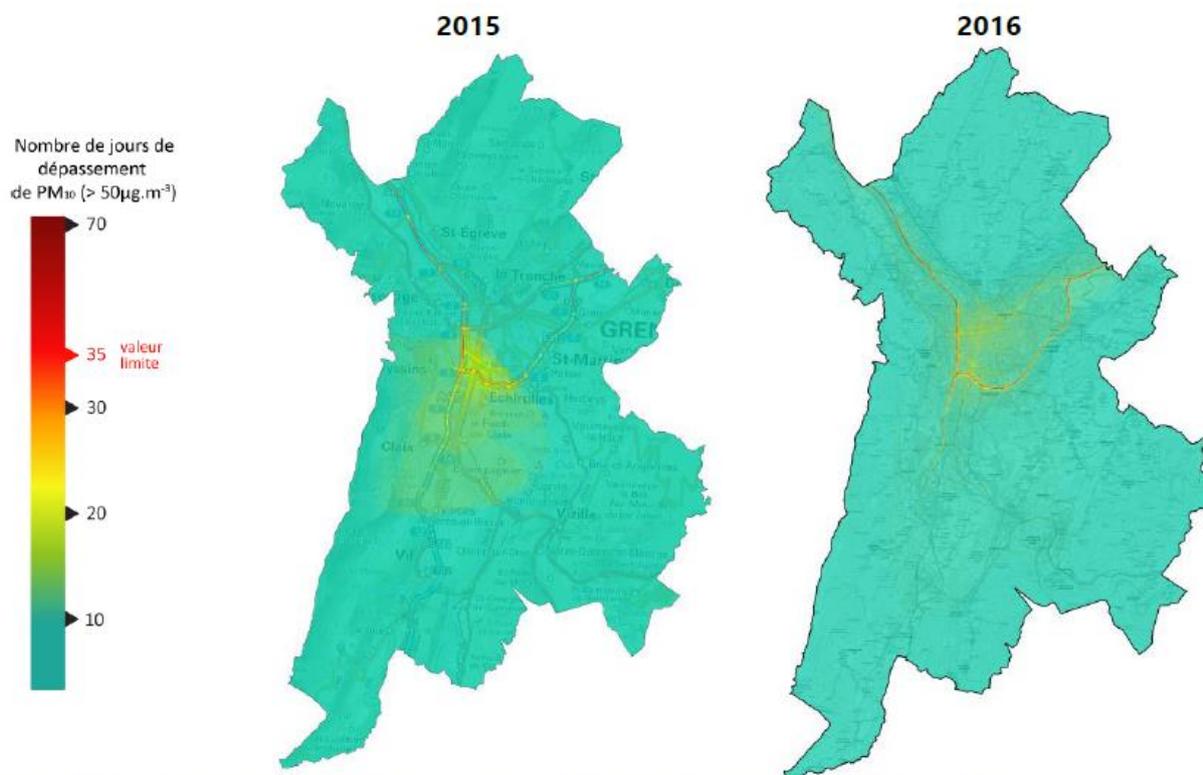


FIGURE 8 PM10 : NOMBRE DE JOURS > 50 µG/M<sup>3</sup> DANS LA METROPOLE GRENOBLOISE EN 2015 ET 2016.



## **ANNEXE 5 – FIGURES DE SYNTHÈSE DES TENEURS DANS LES MILIEUX**

## Légende

- Limite de la zone d'étude
- Limite communale
- ★ Sites Industriels

### Plateformes Chimiques

- Jarrie
- Pont-de-Claix

### Milieux - Végétaux

- Echantillon présentant des teneurs inférieures à la valeur repère
- Echantillon présentant des teneurs supérieures à la valeur repère

### Milieux - Sols

- Echantillon présentant des teneurs inférieures à la valeur repère
- Echantillon présentant des teneurs supérieures à la valeur repère

Teneurs en ng/kg

Commune	Végétaux	
	Nom	Dioxines
	Unité	ng/kg
	Valeur réglementaire	1,7
Jarrie	VEG16a	<0,02
Champ-sur-Drac	VEG17a	<0,02
Champ-sur-Drac	VEG17b	0,05
Champ-sur-Drac	VEG17c	<0,02
Pont-de-Claix	VEG4a	0,04
Pont-de-Claix	VEG4b	2,5
Pont-de-Claix	VEG4e	0,03
Pont-de-Claix	VEG4c	0,02
Pont-de-Claix	VEG4d	0,31

**en rouge** : teneur supérieure à la valeur réglementaire

0 750 1500 m



## APORA - Etude de Zone du Sud Grenoblois

### Carte 1a - Répartition des teneurs en Dioxines - Tous milieux



Emetteur

Sites et Sols Pollués

Mission

8514604

Date

10 / 9 / 2020

Version

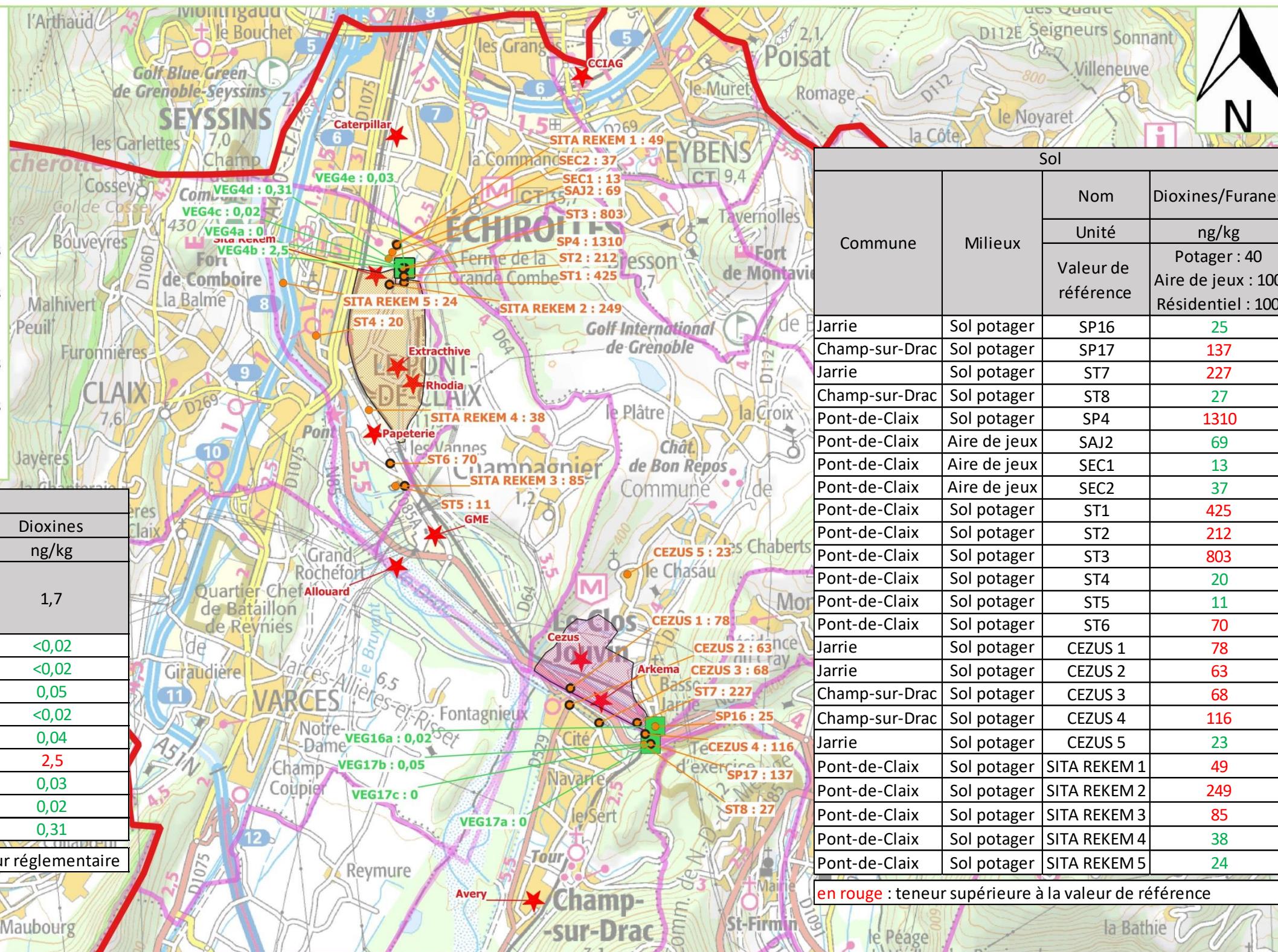
R1V1

Secteur

Grenoble

Echelle numérique

1:45000



Commune	Milieux	Sol	
		Nom	Dioxines/Furanes
		Unité	ng/kg
		Valeur de référence	Potager : 40 Aire de jeux : 100 Résidentiel : 100
Jarrie	Sol potager	SP16	25
Champ-sur-Drac	Sol potager	SP17	137
Jarrie	Sol potager	ST7	227
Champ-sur-Drac	Sol potager	ST8	27
Pont-de-Claix	Sol potager	SP4	1310
Pont-de-Claix	Aire de jeux	SAJ2	69
Pont-de-Claix	Aire de jeux	SEC1	13
Pont-de-Claix	Aire de jeux	SEC2	37
Pont-de-Claix	Sol potager	ST1	425
Pont-de-Claix	Sol potager	ST2	212
Pont-de-Claix	Sol potager	ST3	803
Pont-de-Claix	Sol potager	ST4	20
Pont-de-Claix	Sol potager	ST5	11
Pont-de-Claix	Sol potager	ST6	70
Jarrie	Sol potager	CEZUS 1	78
Jarrie	Sol potager	CEZUS 2	63
Champ-sur-Drac	Sol potager	CEZUS 3	68
Champ-sur-Drac	Sol potager	CEZUS 4	116
Jarrie	Sol potager	CEZUS 5	23
Pont-de-Claix	Sol potager	SITA REKEM 1	49
Pont-de-Claix	Sol potager	SITA REKEM 2	249
Pont-de-Claix	Sol potager	SITA REKEM 3	85
Pont-de-Claix	Sol potager	SITA REKEM 4	38
Pont-de-Claix	Sol potager	SITA REKEM 5	24

**en rouge** : teneur supérieure à la valeur de référence

# Légende

- Limite de la zone d'étude
- Limite communale
- ★ Sites Industriels

## Plateformes Chimiques

- Jarrie
- Pont-de-Claix

## Milieux - Végétaux

- Echantillon présentant des teneurs inférieures à la valeur repère
- Echantillon présentant des teneurs supérieures à la valeur repère

## Milieux - Sols

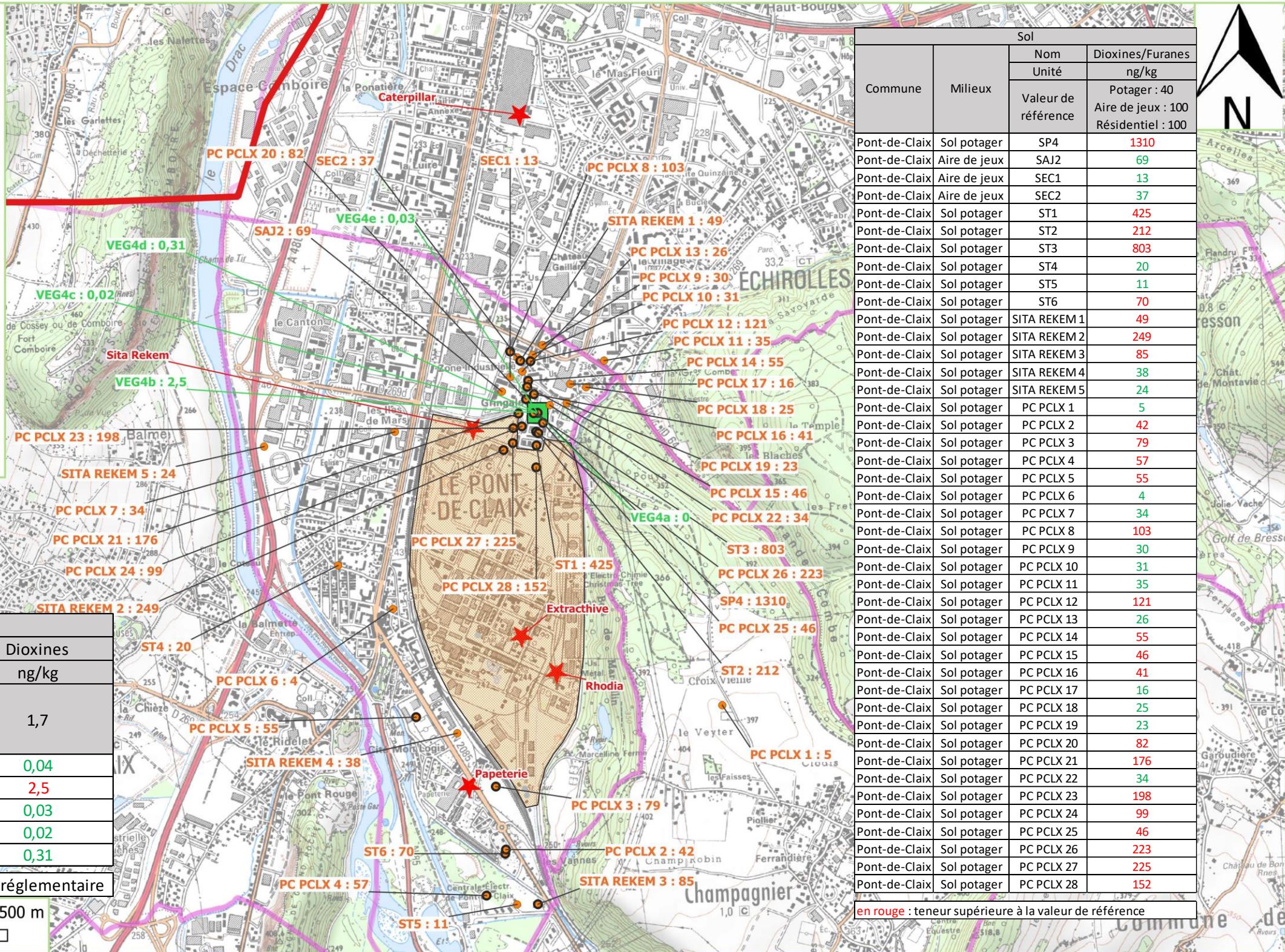
- Echantillon présentant des teneurs inférieures à la valeur repère
- Echantillon présentant des teneurs supérieures à la valeur repère

Teneurs en ng/kg

Végétaux		
Commune	Nom	Dioxines ng/kg
Pont-de-Claix	VEG4a	0,04
	VEG4b	2,5
	VEG4e	0,03
	VEG4c	0,02
	VEG4d	0,31

Sols		
Commune	Milieu	Dioxines/Furanes ng/kg
Pont-de-Claix	Sol potager	SP4 : 1310
	Aire de jeux	SAJ2 : 69
	Aire de jeux	SEC1 : 13
	Aire de jeux	SEC2 : 37
	Sol potager	ST1 : 425
	Sol potager	ST2 : 212
	Sol potager	ST3 : 803
	Sol potager	ST4 : 20
	Sol potager	ST5 : 11
	Sol potager	ST6 : 70
	Sol potager	SITA REKEM 1 : 49
	Sol potager	SITA REKEM 2 : 249
	Sol potager	SITA REKEM 3 : 85
	Sol potager	SITA REKEM 4 : 38
	Sol potager	SITA REKEM 5 : 24
	Sol potager	PC PCLX 1 : 5
	Sol potager	PC PCLX 2 : 42
	Sol potager	PC PCLX 3 : 79
	Sol potager	PC PCLX 4 : 57
	Sol potager	PC PCLX 5 : 55
	Sol potager	PC PCLX 6 : 4
	Sol potager	PC PCLX 7 : 34
	Sol potager	PC PCLX 8 : 103
	Sol potager	PC PCLX 9 : 30
	Sol potager	PC PCLX 10 : 82
	Sol potager	PC PCLX 11 : 176
	Sol potager	PC PCLX 12 : 121
	Sol potager	PC PCLX 13 : 26
Sol potager	PC PCLX 14 : 55	
Sol potager	PC PCLX 15 : 46	
Sol potager	PC PCLX 16 : 41	
Sol potager	PC PCLX 17 : 16	
Sol potager	PC PCLX 18 : 25	
Sol potager	PC PCLX 19 : 23	
Sol potager	PC PCLX 20 : 225	
Sol potager	PC PCLX 21 : 176	
Sol potager	PC PCLX 22 : 34	
Sol potager	PC PCLX 23 : 198	
Sol potager	PC PCLX 24 : 99	
Sol potager	PC PCLX 25 : 46	
Sol potager	PC PCLX 26 : 223	
Sol potager	PC PCLX 27 : 225	
Sol potager	PC PCLX 28 : 152	

● en rouge : teneur supérieure à la valeur réglementaire



Commune	Milieu	Sol	
		Nom Unité	Dioxines/Furanes ng/kg
Pont-de-Claix	Sol potager	SP4	1310
	Aire de jeux	SAJ2	69
	Aire de jeux	SEC1	13
	Aire de jeux	SEC2	37
	Sol potager	ST1	425
	Sol potager	ST2	212
	Sol potager	ST3	803
	Sol potager	ST4	20
	Sol potager	ST5	11
	Sol potager	ST6	70
	Sol potager	SITA REKEM 1	49
	Sol potager	SITA REKEM 2	249
	Sol potager	SITA REKEM 3	85
	Sol potager	SITA REKEM 4	38
	Sol potager	SITA REKEM 5	24
	Sol potager	PC PCLX 1	5
	Sol potager	PC PCLX 2	42
	Sol potager	PC PCLX 3	79
	Sol potager	PC PCLX 4	57
	Sol potager	PC PCLX 5	55
	Sol potager	PC PCLX 6	4
	Sol potager	PC PCLX 7	34
	Sol potager	PC PCLX 8	103
	Sol potager	PC PCLX 9	30
	Sol potager	PC PCLX 10	31
	Sol potager	PC PCLX 11	35
	Sol potager	PC PCLX 12	121
	Sol potager	PC PCLX 13	26
Sol potager	PC PCLX 14	55	
Sol potager	PC PCLX 15	46	
Sol potager	PC PCLX 16	41	
Sol potager	PC PCLX 17	16	
Sol potager	PC PCLX 18	25	
Sol potager	PC PCLX 19	23	
Sol potager	PC PCLX 20	82	
Sol potager	PC PCLX 21	176	
Sol potager	PC PCLX 22	34	
Sol potager	PC PCLX 23	198	
Sol potager	PC PCLX 24	99	
Sol potager	PC PCLX 25	46	
Sol potager	PC PCLX 26	223	
Sol potager	PC PCLX 27	225	
Sol potager	PC PCLX 28	152	

● en rouge : teneur supérieure à la valeur de référence



## APORA - Etude de Zone du Sud Grenoblois Carte 1b - Répartition des teneurs en Dioxines - Tous milieux - (Zoom Plateforme chimique PdC)



Emetteur <b>Sites et Sols Pollués</b>	Mission <b>8514604</b>	Date <b>8 / 2 / 2021</b>	Version <b>R1V1</b>	Secteur <b>Grenoble</b>	Echelle numérique <b>1:20000</b>
------------------------------------------	---------------------------	-----------------------------	------------------------	----------------------------	-------------------------------------

## Légende

- Limite de la zone d'étude
- Limite communale
- Sites Industriels

### Plateformes Chimiques

- Jarrie
- Pont-de-Claix

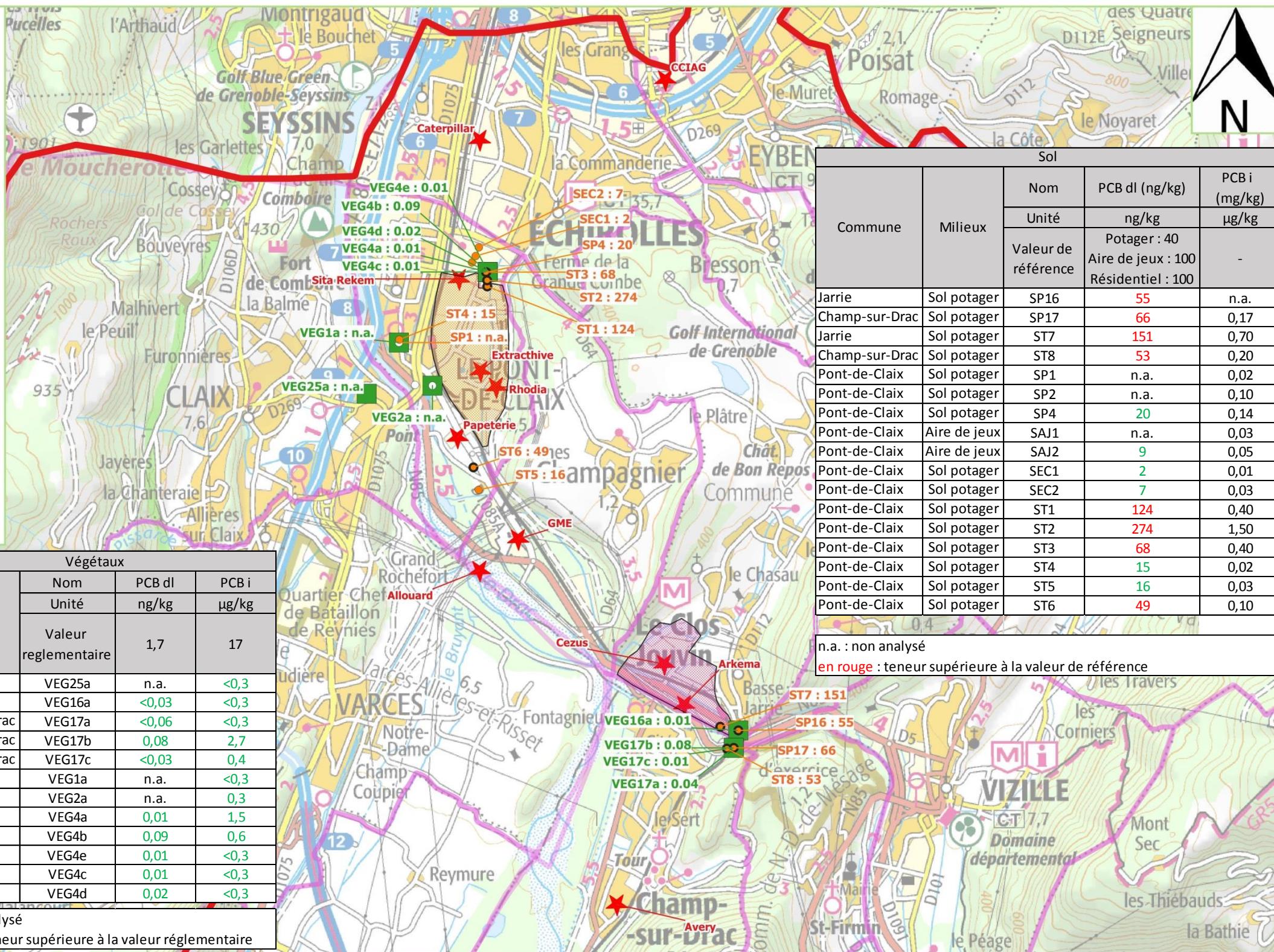
### Milieux - Végétaux

- Echantillon présentant des teneurs inférieures à la valeur repère
- Echantillon présentant des teneurs supérieures à la valeur repère

### Milieux - Sols

- Non analysé pour les PCB-dl
- Echantillon présentant des teneurs inférieures à la valeur repère pour les PCB-dl
- Echantillon présentant des teneurs supérieures à la valeur repère pour les PCB-dl

Teneur en ng/kg



Commune	Milieux	Sol		
		Nom	PCB dl (ng/kg)	PCB i (mg/kg)
		Unité	ng/kg	µg/kg
		Valeur de référence	Potager : 40 Aire de jeux : 100 Résidentiel : 100	-
Jarrie	Sol potager	SP16	55	n.a.
Champ-sur-Drac	Sol potager	SP17	66	0,17
Jarrie	Sol potager	ST7	151	0,70
Champ-sur-Drac	Sol potager	ST8	53	0,20
Pont-de-Claix	Sol potager	SP1	n.a.	0,02
Pont-de-Claix	Sol potager	SP2	n.a.	0,10
Pont-de-Claix	Sol potager	SP4	20	0,14
Pont-de-Claix	Aire de jeux	SAJ1	n.a.	0,03
Pont-de-Claix	Aire de jeux	SAJ2	9	0,05
Pont-de-Claix	Sol potager	SEC1	2	0,01
Pont-de-Claix	Sol potager	SEC2	7	0,03
Pont-de-Claix	Sol potager	ST1	124	0,40
Pont-de-Claix	Sol potager	ST2	274	1,50
Pont-de-Claix	Sol potager	ST3	68	0,40
Pont-de-Claix	Sol potager	ST4	15	0,02
Pont-de-Claix	Sol potager	ST5	16	0,03
Pont-de-Claix	Sol potager	ST6	49	0,10

n.a. : non analysé  
 en rouge : teneur supérieure à la valeur de référence

Commune	Végétaux		
	Nom	PCB dl	PCB i
	Unité	ng/kg	µg/kg
	Valeur réglementaire	1,7	17
Claix	VEG25a	n.a.	<0,3
Jarrie	VEG16a	<0,03	<0,3
Champ-sur-Drac	VEG17a	<0,06	<0,3
Champ-sur-Drac	VEG17b	0,08	2,7
Champ-sur-Drac	VEG17c	<0,03	0,4
Pont-de-Claix	VEG1a	n.a.	<0,3
Pont-de-Claix	VEG2a	n.a.	0,3
Pont-de-Claix	VEG4a	0,01	1,5
Pont-de-Claix	VEG4b	0,09	0,6
Pont-de-Claix	VEG4e	0,01	<0,3
Pont-de-Claix	VEG4c	0,01	<0,3
Pont-de-Claix	VEG4d	0,02	<0,3

n.a. : non analysé  
 en rouge : teneur supérieure à la valeur réglementaire



## APORA - Etude de Zone du Sud Grenoblois Carte 2 – Répartition des teneurs en PCB – Tous milieux



Emetteur	Mission	Date	Version	Secteur	Echelle numérique
Sites et Sols Pollués	8514604	23 / 7 / 2020	R1V1	Grenoble	1:45000

## Légende

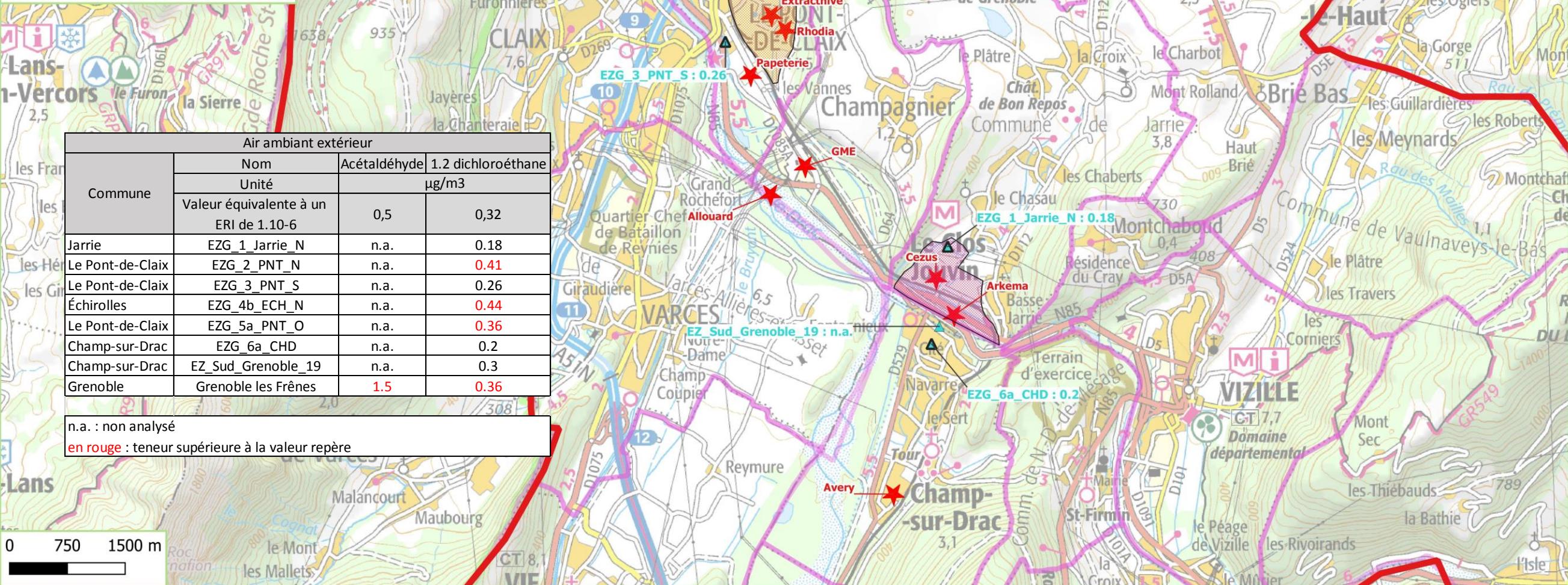
- Limite de la zone d'étude
- Limite communale
- ★ Sites Industriels

### Plateformes Chimiques

- Jarrie
- Pont-de-Claix

### Milieux - Air ambiant extérieur

- ▲ Echantillon présentant des teneurs supérieures aux valeurs repères
  - ▲ Echantillon présentant des teneurs inférieures aux valeurs repères
- Teneur en 1.2 dichloroéthane en µg/m3



Air ambiant extérieur			
Commune	Nom	Acétaldéhyde	1.2 dichloroéthane
	Unité		µg/m3
	Valeur équivalente à un ERI de 1.10-6	0,5	0,32
Jarrie	EZG_1_Jarrie_N	n.a.	0.18
Le Pont-de-Claix	EZG_2_PNT_N	n.a.	0.41
Le Pont-de-Claix	EZG_3_PNT_S	n.a.	0.26
Échirolles	EZG_4b_ECH_N	n.a.	0.44
Le Pont-de-Claix	EZG_5a_PNT_O	n.a.	0.36
Champ-sur-Drac	EZG_6a_CHD	n.a.	0.2
Champ-sur-Drac	EZ_Sud_Grenoble_19	n.a.	0.3
Grenoble	Grenoble les Frères	1.5	0.36

n.a. : non analysé

en rouge : teneur supérieure à la valeur repère

0 750 1500 m

# Légende

- Limite de la zone d'étude
- Limite communale
- Zone Jarrie/Champ-sur-Drac (zoom 4b)
- Sites Industriels

## Plateformes Chimiques

- Jarrie
- Pont-de-Claix

## Milieux - Sols

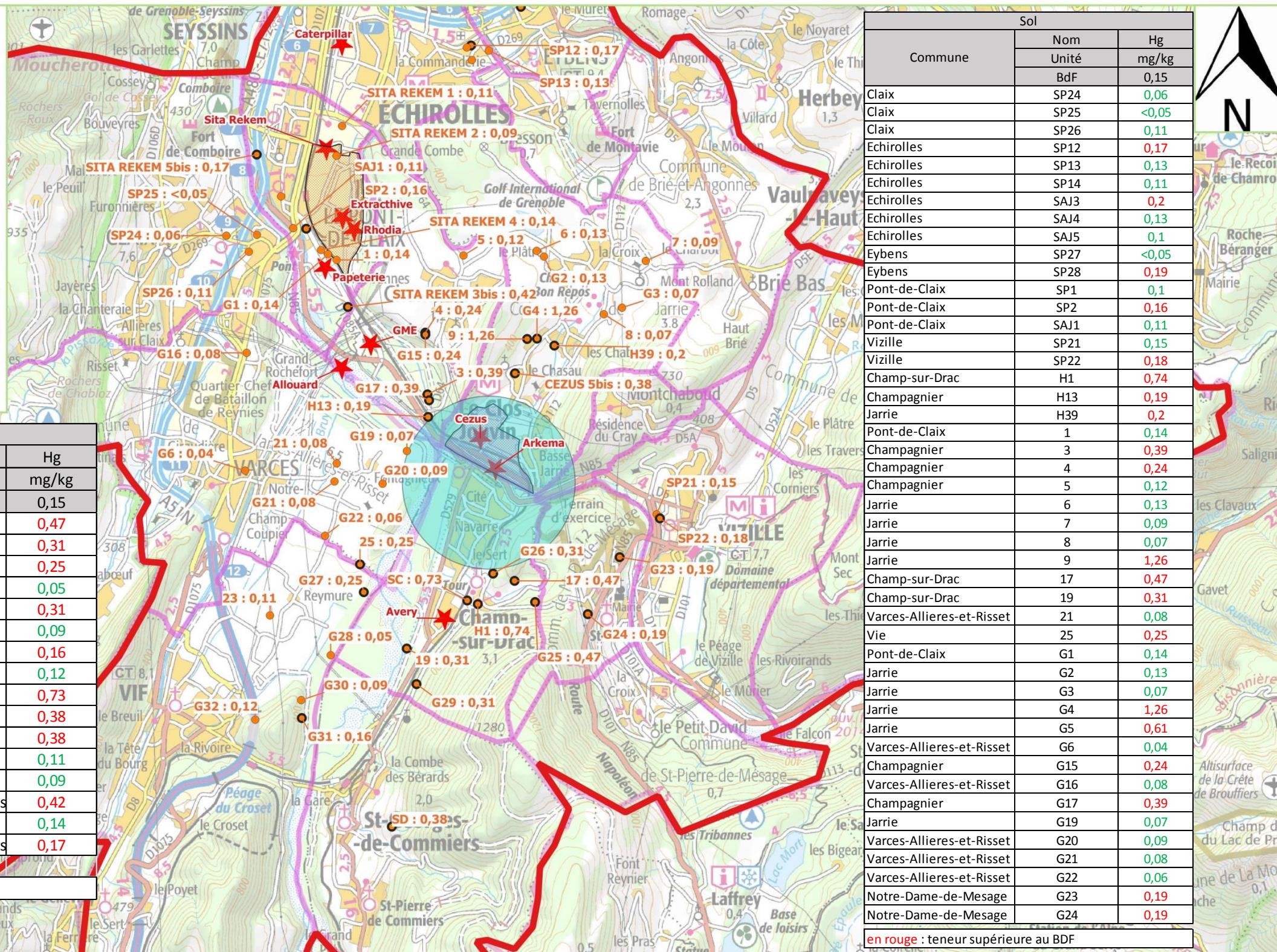
- Echantillon présentant des teneurs inférieures aux valeurs repères
- Echantillon présentant des teneurs supérieures aux valeurs repères

Teneurs en mg/kg

Sol		
Commune	Nom	Hg mg/kg
	Unité	
	BdF	0,15
Champ-sur-Drac	G25	0,47
Champ-sur-Drac	G26	0,31
Vie	G27	0,25
Vie	G28	0,05
Champ-sur-Drac	G29	0,31
Vie	G30	0,09
Vie	G31	0,16
Vie	G32	0,12
Champ-sur-Drac	SC	0,73
Saint-George-de-Commie	SD	0,38
Jarrie	CEZUS 5bis	0,38
Pont-de-Claix	SITA REKEM 1	0,11
Pont-de-Claix	SITA REKEM 2	0,09
Pont-de-Claix	SITA REKEM 3bis	0,42
Pont-de-Claix	SITA REKEM 4	0,14
Pont-de-Claix	SITA REKEM 5bis	0,17

en rouge : teneur supérieure au BDF

025600 m



Sol		
Commune	Nom	Hg mg/kg
	Unité	
	BdF	0,15
Claix	SP24	0,06
Claix	SP25	<0,05
Claix	SP26	0,11
Echirolles	SP12	0,17
Echirolles	SP13	0,13
Echirolles	SP14	0,11
Echirolles	SAJ3	0,2
Echirolles	SAJ4	0,13
Echirolles	SAJ5	0,1
Eybens	SP27	<0,05
Eybens	SP28	0,19
Pont-de-Claix	SP1	0,1
Pont-de-Claix	SP2	0,16
Pont-de-Claix	SAJ1	0,11
Vizille	SP21	0,15
Vizille	SP22	0,18
Champ-sur-Drac	H1	0,74
Champagnier	H13	0,19
Jarrie	H39	0,2
Pont-de-Claix	1	0,14
Champagnier	3	0,39
Champagnier	4	0,24
Champagnier	5	0,12
Jarrie	6	0,13
Jarrie	7	0,09
Jarrie	8	0,07
Jarrie	9	1,26
Champ-sur-Drac	17	0,47
Champ-sur-Drac	19	0,31
Varcas-Allieres-et-Risset	21	0,08
Vie	25	0,25
Pont-de-Claix	G1	0,14
Jarrie	G2	0,13
Jarrie	G3	0,07
Jarrie	G4	1,26
Jarrie	G5	0,61
Varcas-Allieres-et-Risset	G6	0,04
Champagnier	G15	0,24
Varcas-Allieres-et-Risset	G16	0,08
Champagnier	G17	0,39
Jarrie	G19	0,07
Varcas-Allieres-et-Risset	G20	0,09
Varcas-Allieres-et-Risset	G21	0,08
Varcas-Allieres-et-Risset	G22	0,06
Notre-Dame-de-Mesage	G23	0,19
Notre-Dame-de-Mesage	G24	0,19

en rouge : teneur supérieure au BDF



## APORA - Etude de Zone du Sud Grenoblois Carte 4a - Répartition des teneurs en mercure - Milieu SOL



Emetteur

Sites et Sols Pollués

Mission

8514604

Date

10 / 9 / 2020

Version

R1V1

Secteur

Grenoble

Echelle numérique

1:60000

## Légende

- Limite de la zone d'étude
- Limite communale
- ★ Sites Industriels

### Plateformes Chimiques

- Jarrie
- Pont-de-Claix

### Milieux - Sols

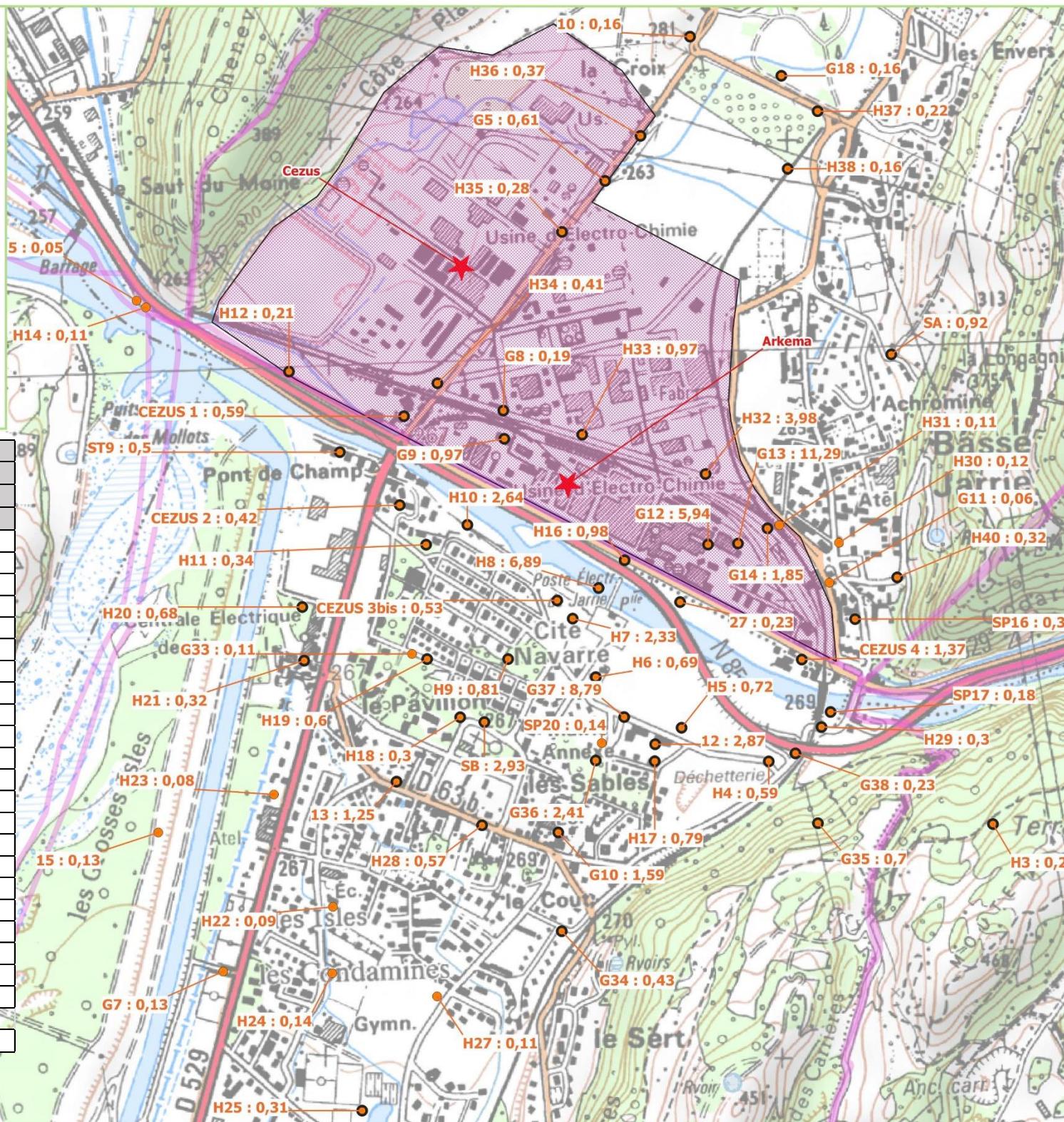
- Echantillon présentant des teneurs inférieures aux valeurs repères
- Echantillon présentant des teneurs supérieures aux valeurs repères

Teneurs en mg/kg

Sol		
Commune	Nom	Hg
	Unité	mg/kg
	BdF	0,15
Jarrie	G5	0,61
Champ-sur-Drac	G7	0,13
Jarrie	G8	0,19
Jarrie	G9	0,97
Jarrie	G10	1,59
Jarrie	G11	0,06
Jarrie	G12	5,94
Jarrie	G13	11,29
Jarrie	G14	1,85
Jarrie	G18	0,16
Champ-sur-Drac	G33	0,11
Champ-sur-Drac	G34	0,43
Champ-sur-Drac	G35	0,7
Champ-sur-Drac	G36	2,41
Champ-sur-Drac	G37	8,79
Champ-sur-Drac	G38	0,23
Jarrie	SA	0,92
Champ-sur-Drac	SB	2,93
Jarrie	CEZUS 1	0,59
Jarrie	CEZUS 2	0,42
Champ-sur-Drac	CEZUS 3bis	0,53
Champ-sur-Drac	CEZUS 4	1,37

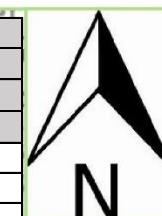
en rouge : teneur supérieure au BDF

0 250 500 m



Commune	Sol	
	Nom	Hg
	Unité	mg/kg
	BdF	0,15
Jarrie	SP16	0,33
Champ-sur-Drac	SP17	0,18
Champ-sur-Drac	SP20	0,14
Champ-sur-Drac	ST9	0,5
Notre-Dame-de-M.	H3	0,26
Champ-sur-Drac	H4	0,59
Champ-sur-Drac	H5	0,72
Champ-sur-Drac	H6	0,69
Champ-sur-Drac	H7	2,33
Champ-sur-Drac	H8	6,89
Champ-sur-Drac	H9	0,81
Champ-sur-Drac	H10	2,64
Champ-sur-Drac	H11	0,34
Champagnier	H14	0,11
Champagnier	HS15	0,05
Champ-sur-Drac	H16	0,98
Champ-sur-Drac	H17	0,79
Champ-sur-Drac	H18	0,3
Champ-sur-Drac	H19	0,6
Champ-sur-Drac	H20	0,68
Champ-sur-Drac	H21	0,32
Champ-sur-Drac	H22	0,09
Champ-sur-Drac	H23	0,08
Champ-sur-Drac	H24	0,14
Champ-sur-Drac	H25	0,31
Champ-sur-Drac	H26	0,27
Champ-sur-Drac	H27	0,11
Champ-sur-Drac	H28	0,57
Champ-sur-Drac	H29	0,3
Jarrie	H30	0,12
Jarrie	H31	0,11
Jarrie	H32	3,98
Jarrie	H33	0,97
Jarrie	H34	0,41
Jarrie	H35	0,28
Jarrie	H36	0,37
Jarrie	H37	0,22
Jarrie	H38	0,16
Jarrie	H40	0,32
Jarrie	10	0,16
Champ-sur-Drac	12	2,87
Champ-sur-Drac	13	1,25
Champ-sur-Drac	15	0,13
Champ-sur-Drac	27	0,23

en rouge : teneur supérieure au BDF



## APORA - Etude de Zone du Sud Grenoblois

### Carte 4b - Répartition des teneurs en mercure - Milieu SOL (Zoom Jarrie/Champ-sur-Drac)



Emetteur	Mission	Date	Version	Secteur	Echelle numérique
Sites et Sols Pollués	8514604	10 / 9 / 2020	R1V1	Grenoble	1:10000



## ANNEXE 6 – DONNEES MILIEU SOL





## **ANNEXE 7 – DONNEES MILIEU VEGETAUX**



	TYPE de SITE		PUBLIC/PARTICULIER												TENEURS STATISTIQUES des DONNES de TERRAIN							VALEURS REPERES			
	VILLES		EYBENS						JARRIE/CHAMP-SUR-DRAC																
	Sites		APORA 2017 à 2018						APORA 2017 à 2018						BRUIT DE FOND	VALEUR REGLEMENTAIRE									
	Nom de l'échantillon		VEG27a	VEG27b	VEG27c	VEG27d	VEG27e	VEG27f	VEG27g	VEG28a	VEG16a	VEG17a	VEG17b	VEG17c			VEG20a	VEG20b	VEG20c						
Type matrice		Légume fruit	Légume fruit	Légume tubercule	Légume fruit	Légume fruit	Légume fruit	Légume fruit	Légume feuille	Légume fruit	Fruit	Légume fruit	Légume tubercule	Légume fruit	Légume feuille	Légume fruit									
Espèces		Tomate	Aubergine	Carotte	Haricot	Aubergine	Tomate	Courgette	Blette	Tomate	Pomme	Courgette	Pomme de terre nouvelle	Tomate	Salade	Tomate									
Valeurs min, max, moyenne et médiane / sonage (à droite) / Substances recherchées / unité / limite de quantification (en-dessous)		Eybens 2	Eybens 2	Eybens 2	Eybens 2	Eybens 2	Eybens 2	Eybens 2	Eybens 3	Jarrie/Champ p - Est Zone 2	Jarrie/Champ - Est Zone 3	Jarrie/Champ p - Est Zone 3	Jarrie/Champ p - Est Zone 3	Jarrie/Champ - Sud Zone 5	Jarrie/Champ - Sud Zone 5	Jarrie/Champ p - Sud Zone 5									
DYTOXINES et furanes	Dioxines/furanes, TEQ-OMS	ng/kg	0,02														9	<0,02	<b>2,46</b>	<b>0,03</b>	0,33	0,74	0,80	0,004 (légumes hors pdt)	1,7 ng/kg de M5 (denrées alim. pour nourrissons et enfants - pas de valeurs pour adultes)
	PCB dioxine like, TEQ-OMS	ng/kg															9	<0,01	<b>0,09</b>	<b>0,01</b>	0,03	0,08	0,03	0,002 (légumes hors pdt)	
	TEQ-OMS total (limite supérieure, Dioxine + PCB dl)	ng/kg															9	<0,03	<b>2,55</b>	<b>0,06</b>	0,36	0,77	0,83	0,006 (légumes hors pdt)	
PCBI	PCB indicateurs	µg/kg															12	<0,3	<b>2,70</b>	<b>0,30</b>	0,63	1,41	0,74	0,030 (légumes hors pdt)	17 µg/kg M5 (denrées alim. pour nourrissons et enfants - pas de valeurs pour adultes)
METAUX	Antimoine	mg/kg	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01							34	<0,01						0,001 (légumes) 0,001 (pdt) 0,002 (fruits)	-
	Chrome	mg/kg	0,02	<0,02	<0,02	0,03	0,06	<0,02	<0,02	0,03	<0,02						17	<0,02	<b>0,06</b>	<b>0,02</b>	0,03	0,05	0,01	0,12 (légumes) 0,15 (pdt) 0,10 (fruits)	-
	Cuivre	mg/kg	0,2														4	0,37	<b>1,61</b>	<b>0,55</b>	0,77	1,29	0,57	0,66 (légumes) 0,85 (pdt) 0,64 (fruits)	-
	Mercure	mg/kg	0,002											<0,002	0,004	<0,002	3	<0,002	<b>0,004</b>	<b>0,002</b>	0,003	0,004	0,001	0,005 (légumes) 0,005 (pdt) 0,005 (fruits)	-
	Plomb	mg/kg	0,002														4	<0,002	<b>0,003</b>	<b>0,002</b>	0,002	0,003	0,001	0,008 (légumes) 0,005 (pdt) 0,005 (fruits)	1,7 (pour légumes et fruits sf ci-dessous) 0,8 (légumes fruits autre que maïs) 3,3 (pour légumineuses) 5,0 (pour légumes-feuilles, choux feuilles, céleri, céleri-rave, panais, salsifis, raifort)
	Vanadium (FM)	mg/kg	0,005														17	<0,005	<b>0,011</b>	<b>0,005</b>	0,006	0,008	0,002	0,022 (légumes) 0,015 (pdt) 0,020 (fruits)	-
HAP	Benzo(a)pyrène	mg/kg															3	<0,001						0,0004 (légumes) 0,0008 (pdt) mg/kg PF	0,017 mg/kg (Préparations à base d'aliments pour bébés destinées aux nourrissons et enfants à bas âge)
	Benzo(a)anthracène	mg/kg															3	<0,005							
	Chrysène	mg/kg															3	<0,005	<0,01	sans objet					
	Dibenzo-(a,h)-Anthracène	mg/kg															3	<0,003	<0,006	sans objet					
	Fluoranthène	mg/kg															3	<0,005	<0,01	sans objet					
	Indeno-(1,2,3-cd)-Pyrene	mg/kg															3	<0,005	<0,01	sans objet					
	Naphtalène	mg/kg															3	<0,02	<0,04	sans objet					

&lt; : inférieur aux limites de quantifications (LQ)

: substances non recherchées

: valeurs supérieures aux valeurs seuils

fond rouge : teneur supérieure à la valeur réglementaire





## **ANNEXE 8 – DONNEES MILIEU AIR EXTERIEUR**

Famille	Substance	Unité	Site AIR ATMO	[Réf urb] Grenoble les Frênes	Pont de Claix - Sud-042			Pont de Claix - S	Pont de Claix - N-025				Jarrie - Sud-084			EZG_1_Jarrie_N-059		Jarrie - Sud-033	Valeurs repères		
					Année	2013	2009		2013	2017	2015	2008	2011	2012	2015	2013	2015		2017	2011	2015
POP	Dioxines/furanes	pg/m3		0,03	0,05	0,01	0,03	0,02	0,09	0,03	0,05	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,05	0,04	-	Dégradation du milieu ? <b>OUI</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b> => grille IEM
	PCB Dioxine-like	pg/m3		-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	Dégradation du milieu ? <b>NON</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b> => <b>Aucune action particulière à mettre en place</b>
	PCB	µg/m3		-	-	-	-	-	0,0002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,003	<b>RMQ</b> : peu de données disponibles (représentativité ?)

en rouge : valeurs supérieures aux BDF

XXX : valeur supérieure à la VR

Valeur

Valeur

Famille	Substance	Unité	Jarrie		Pont de Claix		Echirolles (Grenoble)										BDF urbain			BDF rural		BDF sélectionné	VR sélectionnée	Conclusion			
			EZG_1_Jarrie	Jarrie -	EZG_2_PN	EZG_3_PN	Grenoble les Frères										Gerland -	Lyon Centre		[Réf Rur] Drôme							
			le N-059	Sud-084	T. N-025	T. S	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2016	2015	2016	2015				2016		
Métaux	Antimoine	µg/m3	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,003	0,002	-	-	-	-	Dégradation du milieu ? Pas de BDF Dépassement des VR ? Pas de VR => grille IEM		
	Arsenic		0,0004	0,0003	0,0005	0,0003	0,0005	0,0005	0,0007	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005	0,0005	0,0001	0,0001	0,00013	0,006	Dégradation du milieu ? OUI, mais très légère Dépassement des VR ? NON => Aucune action particulière à mettre en place		
	Cadmium		0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,00004	0,00003	0,00003	0,005	Dégradation du milieu ? Pas de BDF Dépassement des VR ? Pas de VR => grille IEM	
	Cobalt		0,0002	0,0015	0,0004	0,0002	0,0003	0,0003	0,0006	0,0004	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	-	-	-	-	Dégradation du milieu ? Pas de BDF Dépassement des VR ? Pas de VR => grille IEM	
	Chrome		0,018	0,017	0,018	0,018	0,002	0,004	0,004	0,005	0,003	0,007	0,019	0,005	0,005	0,005	0,003	0,008	0,019	0,006	0,0005	-	-	0,0005	-	Dégradation du milieu ? OUI Dépassement des VR ? Pas de VR => grille IEM	
	Cuivre		0,006	0,007	0,011	0,010	0,011	0,012	0,015	0,013	0,013	0,012	0,014	0,013	0,011	0,009	0,008	0,018	0,022	0,019	0,0012	-	-	0,0012	-	Dégradation du milieu ? Pas de VR Dépassement des VR ? NON => Aucune action particulière à mettre en place	
	Mercur		0,00022	0,00003	0,00003	0,00003	0,00005	0,00008	-	-	-	-	0,00003	-	-	0,00002	0,00002	0,00003	-	-	-	-	-	0,004	1,000	Dégradation du milieu ? Pas de VR Dépassement des VR ? NON => Aucune action particulière à mettre en place	
	Manganèse		0,006	0,005	0,008	0,007	0,008	0,007	0,008	0,009	0,007	0,008	0,009	0,009	0,008	0,007	0,006	0,008	0,008	0,007	-	-	-	-	0,150	0,150	Dégradation du milieu ? Pas de VR Dépassement des VR ? NON => Aucune action particulière à mettre en place
	Nickel		0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,003	0,002	0,002	0,0005	0,0005	0,0005	0,020	0,020	Dégradation du milieu ? OUI, mais très légère Dépassement des VR ? NON => Aucune action particulière à mettre en place
	Plomb		0,004	0,003	0,005	0,004	0,007	0,009	0,009	0,008	0,007	0,006	0,006	0,007	0,005	0,004	0,002	0,005	0,007	0,007	0,0013	0,0001	-	-	0,0007	0,250	Dégradation du milieu ? Pas de VR Dépassement des VR ? NON => Aucune action particulière à mettre en place
Vanadium	0,001	0,0004	0,001	0,000	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0004	0,0005	0,001	0,001	0,001	-	-	-	-	-	1,000	Dégradation du milieu ? Pas de VR Dépassement des VR ? NON => Aucune action particulière à mettre en place		

en rouge : valeurs supérieures aux BDF  
 XXXX : valeur supérieure à la VR

Valeur respectée  
 Valeur dépassée

Famille	Substance	Unité	Champagnier	Champ-sur-Drac	Échirolles	Grenoble	Jarrie	Le Pont-de-Claix	Vizille	Valeurs repères			
			Moyennes sur 2015-2016							BDF	VR	Conclusion	
COHV	1,2-dichloroéthane	µg/m3	-	0,30	0,44	0,36	0,18	0,34	-	0,1	-	Dégradation du milieu ? <b>OUI</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b> => grille IEM	
	1,2-dichloroéthylène		-	0,14	0,07	0,38	0,13	0,31	-	-	-	Dégradation du milieu ? <b>Pas de BDF</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b> => grille IEM	
	Chlorobenzène		0,33	0,22	1,02	-	0,20	1,78	0,14	-	-	-	-
	Dichlorométhane		<0,5	0,76	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-	-	-
	Tétrachlorure de carbone		-	0,27	0,25	0,49	0,32	0,38	-	0,5	-	-	Dégradation du milieu ? <b>NON</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b> => Aucune action particulière à mettre en place
	Tétrachloroéthylène (PCE)		0,20	<0,2	0,29	<0,5	<0,5	0,27	<0,2	<1,2	250	-	Dégradation du milieu ? <b>NON</b> Dépassement des VR ? <b>NON</b> => Aucune action particulière à mettre en place
	1,3-Butadiène	-	0,27	0,03	0,05	0,03	0,06	-	-	1	-	Dégradation du milieu ? <b>Pas de BDF</b> Dépassement des VR ? <b>NON</b> => Aucune action particulière à mettre en place	
BTEX	Benzène	0,43	0,58	0,55	0,51	0,53	0,60	0,74	<1,1	2	-	Dégradation du milieu ? <b>NON</b> Dépassement des VR ? <b>NON</b> => Aucune action particulière à mettre en place	
	Ethylbenzène	0,15	0,24	0,28	0,19	0,19	0,30	0,39	1	-	-	Dégradation du milieu ? <b>Pas de BDF</b> Dépassement des VR ? <b>NON</b> => Aucune action particulière à mettre en place	
	Toluène	0,93	2,06	1,53	1,23	1,26	1,54	1,77	3,5	-	-	Dégradation du milieu ? <b>Pas de BDF</b> Dépassement des VR ? <b>NON</b> => Aucune action particulière à mettre en place	

analysé sur canister (pas d'analyse sur tube disponible)

Valeur respectée

Valeur dépassée

Famille	Substance	Unité	Champagnier	Champ-sur-Drac	Échirolles	Grenoble	Jarrige	Le Pont-de-Claix	Vizille	Site AIR ATMO fixe : Grenoble Les Frênes										Valeurs repères							
										Moyennes sur 2015-2016										2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
HAP	Benzo(a)anthracène	ng/m3	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,4	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	-	-	Dégradation du milieu ? <b>Pas de BDF</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b> => grille IEM		
	Benzo(a)pyrène		-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	-	1	Dégradation du milieu ? <b>Pas de BDF</b> Dépassement des VR ? <b>NON</b> => Aucune action particulière à mettre en place	
	Naphtalène		<0,7	<0,7	<1,2	<1,7	0,88	<0,7	<0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	Dégradation du milieu ? <b>Pas de BDF</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b> => grille IEM
	Dibenzo(a,h)anthracène		-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03	0,08	0,06	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	-	-	Dégradation du milieu ? <b>Pas de BDF</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b> => grille IEM	
Aldéhydes	Formaldéhyde	µg/m3	-	-	-	-	-	-	-	2,2	2,0	2,4	2,2	2,3	2,2	1,8	1,8	1,6	1,8	2,0	1,7	1,9	1,9	-	Dégradation du milieu ? <b>OUI</b> Dépassement des VR ? <b>Pas de VR</b> => grille IEM		
	Acétaldéhyde		-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	1,4	1,5	1,3	1,5	1,3	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,0	1,3	1,3	-	Dégradation du milieu ? <b>NON</b> Dépassement des VR ? <b>OUI</b> => Aucune action particulière à mettre en place	
	Acroléine		-	-	-	-	-	-	-	-	<0,2	0,21	<0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,3	-	Dégradation du milieu ? <b>NON</b> Dépassement des VR ? <b>OUI</b> => Aucune action particulière à mettre en place	

en rouge : valeurs supérieures aux BDF

XXX

Valeur respectée

Valeur dépassée



## ANNEXE 9 – DONNEES MILIEU GAZ DU SOL

en mg/m3	Campagnes 2018-2019																	Campagnes 2018-2019									
	Echantillons prélevés les 24 & 25/01/2018 (mg/m3)								Echantillons prélevés les 8 & 9/08/2018 (mg/m3)							Echantillons prélevés le 10/01/2019 (mg/m3)		Concentrations mesurées dans les gaz du sol				Facteur d'abattement gaz du sol -> Air ambiant intérieur	Concentrations estimées dans l'air ambiant intérieur				
	Substances recherchées	Pzr1 (Pont-de-Claix Nord)	Pzr2 (Pont-de-Claix Nord)	Pzr3 (Pont-de-Claix Nord)	Pzr4 (Pont-de-Claix Nord)	Pzr5 (Echirolles Ouest)	Pzr6 (Echirolles Ouest)	Pzr7 (Champ-sur-Drac)	Pzr8 (Champ-sur-Drac)	Pzr1 (Pont-de-Claix Nord)	Pzr2 (Pont-de-Claix Nord)	Pzr3 (Pont-de-Claix Nord)	Pzr4 (Pont-de-Claix Nord)	Pzr5 (Echirolles Ouest)	Pzr6 (Echirolles Ouest)	Pzr7 (Champ-sur-Drac)	Pzr8bis (remplace Pzr8)	Pzr9bis (remplace Pzr9)	Pont-de-Claix Nord	Echirolles Ouest	Champ-sur-Drac		Claix	Pont-de-Claix Nord	Echirolles Ouest	Champ-sur-Drac	Claix
																			moyenne Pzr1à4	moyenne Pzr5à6	moyenne Pzr7à8	teneur Pzr9bis		moyenne Pzr1à4	moyenne Pzr5à6	moyenne Pzr7à8	teneur Pzr9bis
Composés aromatiques	Cumène	0,005	0,003	0,003	0,005	0,003	0,003	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,018	0,008	0,003	0,002	0,006	0,008	10	0,0003	0,0002	0,0006	0,0008	
	Naphtalène	0,002	0,001	0,001	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	10	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	
	Benzène	0,043	0,002	0,034	0,036	0,028	0,029	0,010	0,011	0,0004	0,000	0,000	0,000	0,0004	0,000	0,001	0,009	0,005	0,015	0,014	0,008	0,005	10	0,0015	0,0014	0,0008	0,0005
	Toluène	0,168	0,042	0,087	0,113	0,136	0,072	0,104	0,095	0,013	0,007	0,010	0,013	0,018	0,015	0,022	0,029	0,048	0,057	0,060	0,062	0,048	10	0,006	0,006	0,006	0,005
	Ethylbenzène	0,052	0,09	0,027	0,038	0,034	0,022	0,038	0,040	0,008	0,006	0,007	0,008	0,011	0,010	0,013	0,012	0,02	0,030	0,019	0,026	0,020	10	0,003	0,002	0,003	0,002
	Somme Xylènes	0,4	0,6	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,197	0,121	0,166	0,140	10	0,020	0,012	0,017	0,014
COHV	Chlorure de Vinyle	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	10	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	
	Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	10	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	
	Dichlorométhane	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	10	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
	1,1-Dichloroéthane	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	10	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
	Trichlorométhane [chloroforme]	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,019	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,048	0,017	0,002	0,024	0,002	0,018	0,006	0,024	10	0,0002	0,0018	0,0006	0,0024
	1,2-Dichloroéthane	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	10	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
	Tétrachlorométhane	0,008	0,002	0,002	0,002	0,019	0,002	0,002	0,005	0,004	0,002	0,002	0,002	0,024	0,002	0,007	0,006	0,002	0,003	0,012	0,005	0,002	10	0,0003	0,0012	0,0005	0,0002
	1,1,2-Trichloroéthane	0,004	0,004	0,004	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	10	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002
	Trichloroéthylène	0,004	0,0004	0,009	0,001	0,012	0,010	0,0004	0,0004	0,004	0,000	0,0004	0,0004	0,028	0,012	0,001	0,0004	0,0004	0,002	0,016	0,001	0,0004	10	0,0002	0,0016	0,0001	0,0004
	Tétrachloroéthylène	0,115	0,008	0,076	0,013	0,375	0,031	0,099	0,003	0,146	0,036	0,033	0,011	0,705	0,056	0,158	0,003	0,002	0,055	0,292	0,066	0,002	10	0,005	0,029	0,007	0,0002
Chlorobenzénés	Chlorobenzène	0,0004	0,0004	0,0008	0,0004				0,0004	0,0004	0,0004	0,0004						0,0005				10	0,00005				
	1,2-Dichlorobenzène	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004				0,0004	0,0004	0,0004	0,0004						0,0004				10	0,00004				
	1,3-Dichlorobenzène	0,0008	0,0008	0,0008	0,0013				0,0015	0,0006	0,0004	0,0004						0,0008				10	0,00008				
	1,4-Dichlorobenzène	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004				0,0004	0,0004	0,0004	0,0004						0,0004				10	0,00004				
HYDROCARBURE	Fraction C5-C16				2,535	3,750	2,480	2,407					0,438	0,475	0,448	0,467	0,936		1,80	1,45	0,94	10		0,18	0,15	0,09	

: substance non recherchée  
 XXXX : teneur inférieure à la limite de quantification  
 en rouge : valeurs supérieures aux BDF  
 XXX : valeur supérieure à la VR