



OI Veauche (42)

Evaluation des Risques Sanitaires – Interprétation de l'état des Milieux

A l'attention de Monsieur DUGAIT

Indice	Date	Rédacteur	Vérificateur
Rév. 0	21/05/2024	Adrien MARCHAIS	Emilie COQUEUX LEJEUNE



**BUREAU
VERITAS**

Shaping a World of Trust

Sommaire

1	Contexte de l'étude	8
2	Contexte réglementaire	8
3	Méthode.....	8
4	Evaluation des émissions atmosphériques	10
4.1	INVENTAIRE DES SUBSTANCES ET DES AGENTS REJETES	10
4.2	QUANTIFICATION DES EMISSIONS	10
5	Evaluation des enjeux	24
5.1	LOCALISATION DU SITE ET JUSTIFICATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	24
5.2	OCCUPATION DES SOLS, INVENTAIRE DES USAGES.....	26
6	Schéma conceptuel d'exposition.....	35
7	Détermination des substances d'intérêt	36
8	Evaluation de l'état des milieux	39
8.1	PRESENTATION DE LA DEMARCHE	39
8.2	SUBSTANCES RETENUES, TECHNIQUE DE PRELEVEMENT ET ANALYSE	39
8.3	NOMBRE ET LOCALISATION DES POINTS DE MESURE.....	40
8.4	DUREE DES CAMPAGNES DE MESURE	43
8.5	CONDITIONS DE VENT	44
8.6	RESULTATS DES ANALYSES	47
8.7	INTERPRETATION DES RESULTATS DE MESURE.....	55
8.8	CONCLUSION DE L'INTERPRETATION DE L'ETAT DU MILIEU	68
9	Evaluation des risques sanitaires.....	68
9.1	EVALUATION DES DANGERS ET CARACTERISATION DE LA RELATION DOSE-REPONSE	69
9.2	EVALUATION DE L'EXPOSITION - MODELISATION STATISTIQUE DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE.....	70
9.3	EVALUATION DE L'EXPOSITION – VOIES ET SCENARIOS D'EXPOSITION RETENUS	82
10	Incertitudes	96
10.1	INTRODUCTION	96
10.2	INCERTITUDES SUR LES DONNEES TOXICOLOGIQUES	97
10.3	INCERTITUDES SUR LA QUANTIFICATION DES EMISSIONS.....	97
10.4	INCERTITUDES LIEES AU MODELE DE DISPERSION ATMOSPHERIQUE	97
10.5	INCERTITUDES LIEES AUX CALCULS D'EXPOSITION PAR INGESTION.....	98
10.6	INCERTITUDES SUR L'EXPOSITION DES POPULATIONS ET SUR LA VARIABILITE DES ETRES HUMAINS AUX DIFFERENTS FACTEURS.....	99
10.7	CONCLUSION SUR LES INCERTITUDES.....	99
11	Synthèse et conclusions	100



11.1	METHODOLOGIE	100
11.2	EVALUATION ET INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX	100
11.3	EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES	100

Glossaire

AFSSET : Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry

COV : Composés Organiques Volatils

ERI : Excès de Risque Individuel. C'est la probabilité d'occurrence que la cible a de développer l'effet associé à une substance cancérogène pendant sa vie du fait de l'exposition considérée.

ERU : Excès de Risque Unitaire.

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

MRL : Niveau de Risque Minimum (Minimal Risk Levels).

OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment (organisme de California EPA)

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur

QD : Quotient de Danger

RfC : Concentration de Référence qui est une estimation (avec une certaine incertitude) de l'exposition par inhalation continue d'une population humaine (y compris les sous-groupes sensibles) qui, vraisemblablement, ne présente pas de risque appréciable d'effets néfastes durant une vie entière. Elle s'exprime en masse de substance par m³ d'air inhalé.

RfD : Dose de Référence qui est une estimation (avec une certaine incertitude) de l'exposition journalière d'une population humaine (y compris les sous-groupes sensibles) qui, vraisemblablement, ne présente pas de risque appréciable d'effets néfastes durant une vie entière. Elle s'exprime en masse de substance par kg de poids corporel et par jour.

US-EPA : United States Environmental Protection Agency

VLE : Valeurs Limite à l'Emission

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

Table des illustrations

Figure 1 : Localisation des sources principales.....	20
Figure 2 : Localisation des sources secondaires	21
Figure 3 : Localisation de l'ensemble des sources identifiées et attribution des zones d'émission pour les sources diffuses	23
Figure 4 : dimensionnement de la taille du domaine d'étude : ratios cc°/cc°max obtenus pour le dioxyde d'azote émis par le site OI (exprimé en %)	25
Figure 5 : Localisation des limites communales et des populations dans le domaine d'étude (INSEE).....	27
Figure 6 : Populations sensibles recensées au sein de la zone d'étude (source : Open data)	29
Figure 7 : ICPE présentes dans le domaine d'étude (source : Georisques).....	31
Figure 8 : Occupation des sols dans le domaine d'étude (source : Corine Land Cover, 2018)	33
Figure 9 : Schéma conceptuel d'exposition	35
Figure 10. Localisation et type des échantillonneurs d'air et iso-contours des concentrations modélisés en moyenne annuelle pour les oxydes d'azote (substance traceuse des émissions).....	41
Figure 11 : Distinction des types de mesures réalisés aux différentes stations	43
Figure 12. Rose des vents par classe des vents dans la zone d'étude durant la période du 13 novembre 2023 au 12 décembre 2023	44
Figure 13. Rose des vents par classe des vents dans la zone d'étude durant la période du 29 février 2024 au 1er mars 2024.....	45
Figure 14. Rose des vents par classes de vitesses – Période 2021-2023	46
Figure 15 : Concentrations atmosphériques mesurées aux stations retenues (µg/m ³)	50
Figure 16 : Dépôts atmosphériques moyens mesurés sur les deux campagnes de mesures au niveau des 6 points de mesures retenus (µg/m ² /j)	54
Figure 17 : Concentrations mesurées en dioxyde d'azote	56
Figure 18 : Concentrations atmosphériques mesurées en PM ₁₀ pendant les deux campagnes de mesures	57
Figure 19 : Concentrations atmosphériques mesurées en PM _{2,5} pendant les deux campagnes de mesures	58
Figure 20 : concentration atmosphériques mesurées en SO ₂ pendant les deux campagnes de mesures séparées en périodes de 14 jours (prélèvements passifs).....	59
Figure 21 : Concentrations atmosphériques mesurées en plomb pendant les deux campagnes de mesures séparées en périodes de 14 jours (prélèvements actifs)	60
Figure 22 : concentrations mesurées en Arsenic, nickel et cadmium.....	61
Figure 23 : concentrations mesurées en HCl, HF, CrVI, Cobalt et Sélénium	62
Figure 24. Grille IEM HF Exposition par inhalation	63
Figure 25. Grille IEM HCl Exposition par inhalation	64
Figure 26. Grille IEM Cobalt Exposition par inhalation	64
Figure 27. Grille IEM Sélénium Exposition par inhalation	65
Figure 28. Grille IEM Chrome VI Exposition par inhalation	65
Figure 29 : Relief dans le domaine d'étude retenu.....	72
Figure 30 : Répartition des classes de stabilité de Pasquill à Saint Etienne Bouthéon (période 2021-2023).....	74
Figure 31 : Rose des vents par classes de vitesses – Période 2021-2023	75
Figure 32 Occurrence des vitesses des vents mesurées à ST ETIENNE-BOUTHEON – Période 2021-2023.....	76

<i>Figure 33 : Représentation cartographique – Concentration modélisée en moyenne annuelle – NO₂ (µg/m³)</i>	78
<i>Figure 34 : Représentation cartographique – Concentration modélisée en moyenne annuelle – somme des métaux (excepté mercure, considéré comme gazeux) (valeur minimale de l'intervalle de concentration exprimée en µg/m³)</i>	79
<i>Figure 35 : Représentation cartographique – Dépôts totaux modélisés pour l'ensemble des métaux (exceptés le mercure) en moyenne annuelle</i>	81
<i>Figure 36 : Matrice MODUL'ERS</i>	85
<i>Figure 37 : Représentation graphique des Doses Journalières d'Exposition (DJE) pour l'ingestion cumulée en arsenic (sols, fruits, légumes et produits animaux) en fonction de la classe d'âges</i>	91

Liste des tableaux

Tableau 1 : Quantification des émissions – Paramètres réglementés dans l'AP de mars 2015	11
<i>Tableau 2 : Quantification des émissions – Paramètres réglementés pour les métaux.....</i>	12
Tableau 3 : Moyenne des concentrations mesurées.....	13
Tableau 4 : Concentration à l'émissions retenue pour chaque métal (mg/Nm ³)	14
Tableau 5 : spéciation de la famille des métaux (excepté le mercure)	15
Tableau 6 : Flux horaire en composés relevés pendant les périodes sans traitement des émissions (kg/h)	16
Tableau 7 : Bilan des émissions associées aux sources principales (t/an)	18
<i>Tableau 8 : Conditions d'émission.....</i>	19
Tableau 9 : consommation en combustible des sources d'émissions secondaires	22
<i>Tableau 10 : Communes présentes dans la zone d'étude</i>	26
<i>Tableau 11 : Effectif de population par classe d'âge recensés par l'Insee dans la zone d'étude</i>	28
Tableau 12 : Activités des ICPE présentes dans le domaine d'étude (source : Georisques)	32
Tableau 13 : Usage des sols recensés dans le domaine d'étude (source : Corine Land Cover, 2018)	34
<i>Tableau 14 : Hiérarchisation des substances émises ou susceptibles de l'être</i>	37
Tableau 15 : descriptif des substances recherchées aux points de mesures	42
Tableau 16 : Bilan des mesures actives et passives dans l'air (unité : µg/m ³).....	48
Tableau 17 : Bilan des mesures de dépôts atmosphériques (unité : µg/m ² /j).....	52
Tableau 18 : Part des mesures de dépôts inférieurs à la limite de quantification par point de mesure (%).....	66
Tableau 19 : Comparaison des dépôts mesurés avec les valeurs de référence disponibles	67
<i>Tableau 20 : Paramètres des polluants</i>	70
<i>Tableau 21 : Définition des classes de stabilité de l'atmosphère</i>	73
<i>Tableau 22 : Détermination des scénarios d'exposition</i>	82
<i>Tableau 23 : Résultats de la modélisation au niveau de la cible potentiellement la plus exposée</i>	83
<i>Tableau 24 : Effets à seuil - Exposition par inhalation.....</i>	89
<i>Tableau 25 : Effets à seuil - Exposition par ingestion</i>	92
<i>Tableau 26 : Effets sans seuil - Exposition par inhalation.....</i>	94
<i>Tableau 27 : Effets sans seuil - Exposition par ingestion.....</i>	95
Tableau 28 : comparaison entre les concentrations à l'émission retenues et les mesures disponibles	102
Tableau 29 : Comparaison des flux horaire de substances avec et sans traitement des fumées (kg/h)	103

1 Contexte de l'étude

La société OI France SAS a réalisé en 2020 sur son site de Veauche des travaux de réfection sur l'un de ses deux fours verriers : le four n°3.

En parallèle, la société projette d'augmenter sa capacité de production de verre passant ainsi d'une capacité de fusion actuellement autorisée de 600 t/jour à une capacité de fusion de 630 t/jour. Cette augmentation de capacité de fusion, supérieure à 20 tonnes par jour, constitue à elle seule un dépassement du seuil d'Autorisation de la rubrique 3330 « Fabrication du verre », de la nomenclature des installations classées.

Au regard de la note du 20 décembre 2021 du Ministère de la transition écologique relative aux modifications des installations classées pour la protection de l'environnement, cette modification apparaît comme substantielle.

Ainsi, conformément à l'article L 181-14 du Code de l'Environnement qui précise notamment que : « Toute modification substantielle des activités, installations, ouvrages ou travaux qui relèvent de l'autorisation environnementale est soumise à la délivrance d'une nouvelle autorisation, qu'elle intervienne avant la réalisation du projet ou lors de sa mise en œuvre ou de son exploitation », cette modification doit faire l'objet du dépôt d'un nouveau dossier de demande d'autorisation environnementale.

C'est pourquoi la société O.I. France SAS s'est engagée auprès de l'inspection des installations classées à déposer, pour le site de Veauche, un nouveau dossier de demande d'autorisation environnementale auprès de la préfecture. Ce dossier comprend une évaluation des risques sanitaires réactualisée, objet de la présente étude.

2 Contexte réglementaire

Depuis 1997, la réglementation impose une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents, sur la santé des populations riveraines des installations classées soumises à autorisation, dans le cadre de l'étude d'impact du dossier de demande d'autorisation.

La circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation préconise pour les installations classées mentionnées à l'annexe I de la directive n°2010/75/UE du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles de réaliser cette analyse sous la forme d'une évaluation des risques sanitaires. Une analyse des milieux susceptibles d'être affectés par le projet est également réalisée.

L'interprétation de l'état des milieux (IEM) au sens de la circulaire du 8 février 2007 sera utilisée pour apprécier l'état de dégradation de l'environnement.

3 Méthode

La méthodologie suivie dans cette étude se réfère au guide méthodologique de l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS) « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » (Septembre 2021).

L'approche utilisée permet d'obtenir une cartographie de l'impact des émissions atmosphériques sur une longue période afin d'aboutir à des résultats utilisables pour l'évaluation des risques sanitaires. Cette évaluation s'intéresse aux effets des expositions des populations potentiellement exposées sur de longues durées (exposition chronique).

Les outils de modélisation utilisés correspondent aux recommandations de l'Agence Américaine de la Protection de l'Environnement (US-EPA) et de l'INERIS pour l'étude d'impact sanitaire des rejets atmosphériques des sources fixes.

Remarque : Cette étude a été réalisée avec les connaissances actuelles. La méthode et les outils utilisés sont ceux connus et validés à la date de rédaction du rapport.

L'Évaluation des Risques Sanitaires est menée en 6 étapes :

- 1) Evaluation des émissions atmosphériques des installations étudiées**
Inventaire et description des émissions attendues.
- 2) Evaluation des enjeux et des voies d'exposition**
Description de l'environnement du site, de la population et des usages.
Élaboration du schéma conceptuel d'exposition.
- 3) Schéma conceptuel**
- 4) Détermination des substances d'intérêt**
Hiérarchisation des substances susceptibles d'être émises : identification des traceurs d'émission, traceurs de risque.
Justification du choix des substances retenues pour la campagne de mesures dans l'environnement.
- 5) Evaluation et interprétation de l'état des milieux**
Recensement des données de qualité de l'air disponibles et des résultats de surveillance dans l'environnement de l'installation.
Comparaison aux valeurs de référence.
Conclusion sur la compatibilité de l'état des milieux actuels avec les usages.
- 6) Evaluation des risques sanitaires**
Evaluation des émissions prévues.
Identification des dangers et évaluation de la relation dose-réponse.
Evaluation de l'exposition via une modélisation de la dispersion atmosphérique et mise en œuvre si nécessaire d'un modèle de transfert multi-milieux.
Caractérisation des risques.

4 Evaluation des émissions atmosphériques

4.1 Inventaire des substances et des agents rejetés

Le fonctionnement des installation OI de Veauche sont à l'origine d'un certain nombre de rejets atmosphériques dont la provenance et la nature sont présentées ci-après :

- Cheminées des fours verriers : les fumées résultant des deux fours sont traitées par un électrofiltre et un système DeNOx (système de traitement des fumées commun aux 2 fours) avant d'être évacuées par les cheminées.
- 3 groupes électrogènes : en cas de coupure de courant, les groupes électrogènes fonctionnant au fioul domestique sont utilisés pour maintenir une alimentation électrique afin d'arrêter l'installation en toute sécurité (2100 kW au total). Ces sources d'émissions, utilisées que ponctuellement, correspondent à des contributeurs minoritaires.
- 6 chaudières gaz destinées au chauffage des locaux (975 kW au total).
- Des radiants gaz destinés au chauffage des locaux (150 kW au total).
- 10 aérothermes gaz destinés au chauffage des locaux (508 kW au total).
- 1 chaudière fioul domestique destinée au chauffage des locaux (220 kW).
- 1 générateur d'air chaud fonctionnant au gaz (100 kW).
- Des arches de cuisson.
- Des feeders.
- 2 housseurs.

Les principaux rejets atmosphériques susceptibles d'avoir un impact sur la qualité de l'air seront liés au fonctionnement des deux de fours. Les rejets atmosphériques des autres sources, bien que sensiblement plus faibles ont toutefois été considérées dans la présentes étude.

4.2 Quantification des émissions

Dans le cadre d'une démarche protectrice pour la santé, la quantification des émissions OI de Veauche est basée sur des hypothèses réalistes ou majorantes. Ce chapitre traite distinctement les émissions générées par les fours et émises par les cheminées d'une part et les émissions induites par les autres sources de combustion d'autre part.

4.2.1 Fours – Paramètres réglementés

Pour Les hypothèses retenues sont :

- Les valeurs de concentrations garanties à l'émission (VLE : Valeurs Limites à l'Emission réglementaires) pour les polluants réglementés prescrites dans l'arrêté préfectoral du 13 mars 2015 N° 80-DDPP-15 portant réactualisation des prescriptions ;
- Les intervalles de concentration suggérées par les NEA MTD ;
- Les valeurs de concentrations issues du retour d'expérience de l'exploitant en ce qui concerne les métaux et les COV ;
- Du débit nominal de rejet.

Le Tableau 1 présente les VLE prescrites dans la réglementation. Il paraît important de préciser que ce tableau ne distingue pas les 2 fours dans la mesure où leurs émissions sont mélangées avant d'être filtrées et traitées par un système DeNox. Les gaz canalisés et émis par les 2 cheminées sont donc considérés comme de même nature. Seul le débit distingue les deux cheminées comme indiqué dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Quantification des émissions – Paramètres réglementés dans l'AP de mars 2015

Paramètres	Unité	Fonctionnement normal	
		Cheminée 1	Cheminée 2
Débit de fumées au régime nominal	Nm ³ /h sur gaz sec à 11% d'O ₂	27370	47557
Oxydes d'azote (assimilés au NO ₂)	mg/Nm ³	693,7	693,7
Ammoniac (NH ₃)	mg/Nm ³	20	20
Dioxyde de soufre (SO ₂)	mg/Nm ³	600	600
Monoxyde de carbone (CO)	mg/Nm ³	100	100
Chlorure d'hydrogène (HCl)	mg/Nm ³	20	20
Fluorure d'hydrogène (HF)	mg/Nm ³	5	5
Poussières totales	mg/Nm ³	20	20
COVT	mg/Nm ³	20	20
Substances à phrases de risque H350, H340, H360	mg/Nm ³	2	2
Composés organiques volatils halogénés étiquetés H351	mg/Nm ³	20	20
Formaldéhyde et phénol	mg/Nm ³	20	20
Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	mg/Nm ³	5	5
Amines	mg/Nm ³	5	5
Cd+Hg+Tl	mg/Nm ³	0,1	0,1
Plomb	mg/Nm ³	1	1
As + Ni + Co + Se	mg/Nm ³	3	3
Sb + Cr total + Cu + Sn + Mn + V	mg/Nm ³	5	5

Des précisions sont apportées pour différentes substances présentées en Tableau 1 :

- **Cas des poussières**

les poussières totales ont été assimilées dans leur totalité à des PM10 et PM2,5 dans la suite de l'étude. L'hypothèse la plus probable est qu'en réalité, la part des poussières les plus importante soit celle associée aux poussières les plus fines, en particulier lorsque le filtre est en fonctionnement.

- **Cas des oxydes d'azote**

La VLE prescrite dans l'arrêté du 15 mars 2015 est basée sur la masse de verre produite. Elle considère une production de 295 tonnes de verre pour le four 3 et de 335 tonnes pour le four 4.

- **Cas des composés organiques volatils**

Différentes VLE oscillant entre 2 et 20 mg/Nm³ sont prescrites pour différents COV. En l'absence d'information relative aux émissions en COV halogénés ou à phrases de risques H350, H340, H3 60 générées par le site OI Veauche, les COV considérés dans l'étude correspondent au formaldéhyde et au phénol exclusivement, lesquels font l'objet d'un suivi régulier. En l'absence d'information précise sur la part de chacun de ces substances dans la VLE qui les associe, ces substances sont considérées comme si leur émission respective équivalait à la VLE dans sa globalité, à savoir 20 mg/Nm³. A noter que le formaldéhyde est connu comme cancérigène à seuil de dose bien que n'étant pas classé quant à sa cancérogénicité par l'Union Européenne dans le règlement CLP. Cette hypothèse correspond à une hypothèse majorante.

- **Cas des métaux**

Afin de mener l'évaluation de l'impact sur la santé, il est nécessaire de travailler substance par substance. Pour cela, l'estimation de la part de chaque métal repose sur différentes informations :

- La VLE prescrite dans l'AP de mars 2015. Comme indiqué en Tableau 1, ces VLE concernent 3 familles de métaux.
- Les valeurs recommandées dans les NEA -MTD.
- Les concentrations mesurées lors du suivi régulier des émissions.

Le Tableau 2 présente les différentes concentrations à l'émission à considérer pour la spéciation des composés dans leur famille respective.

Tableau 2 : Quantification des émissions – Paramètres réglementés pour les métaux

Paramètre	Concentration à l'émission (mg/Nm ³)	Source
Cd+Hg+Tl (ETM 0)*	0,1	AP 2015
As + Ni + Co + Se (ETM 1)	3	AP 2015
Sb + Cr total + Cu + Sn + Mn + V (ETM 2)	5	AP 2015
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr VI) (ETM 3)	< 0,2 – 1 (4)	NEA-MTD (1) (2) (3)
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr VI, Sb, Pb, Cr III ,Cu, Mn, V, Sn) (ETM 4)	< 1 – 5	NEA-MTD (1) (2) (3)

*nom attribué à la famille d'ETM

(1) Les niveaux se rapportent à la somme des métaux présents dans les effluents gazeux, tant en phase solide qu'en phase gazeuse.

(2) Les niveaux les plus faibles correspondent aux NEA-MTD lorsque des composés métalliques ne sont pas utilisés intentionnellement dans le mélange vitrifiable.

(3) Les niveaux les plus élevés sont associés à l'utilisation de métaux aux fins de la coloration ou de la décoloration du verre, ou au traitement simultané des émissions du four de fusion et des effluents gazeux des activités de traitement de surface à chaud.

(4) Dans certains cas particuliers, pour la production de verre extra-blanc de haute qualité nécessitant des teneurs en sélénium plus élevées pour décolorer (en fonction des matières premières), des valeurs plus élevées sont indiquées, pouvant aller jusqu'à 3 mg/Nm³.

Le Tableau 3 présente le résultat des concentrations mesurées lors des contrôles périodiques en sortie de cheminée. Ces données se basent sur les documents suivants :

- Le rapport de mesures réalisé dans le cadre du contrôle inopiné des rejets atmosphériques 2021 four 3
- Le rapport d'essai réalisé dans le cadre du contrôle réglementaire des rejets atmosphériques four n°4
- Le rapport d'essai réalisé dans le cadre du contrôle réglementaire des rejets atmosphériques four n°3 - périodicité : 2023
- Le rapport d'essai réalisé dans le cadre du contrôle réglementaire des rejets atmosphériques four n°4 périodicité : 2023
- Le rapport d'essai réalisé dans le cadre du contrôle règlementaire des rejets atmosphériques four n°3

Tableau 3 : Moyenne des concentrations mesurées

Substance	Moyennes des mesures (µg/Nm ³)
Sb	1,21
As	51,85
Cd	1,30
Cr	25,11
CrVI	0,04*
Co	0,11
Cu	2,99
Mn	25,54
Ni	7,33
Pb	69,63
Tl	0,47
V	1,57
Hg	2,88
Sn	72,82
Se	33,83
Zn	69,83
Cd + Tl + Hg (ETM0)	4,65
As + Co + Ni + Se (ETM1)	93,12
Sb + Cr + Cu + Mn + V + Sn (ETM2)	129,25
As + Co + Ni + Cd + Se + CrVI (ETM3)	94,43
As + Co + Ni + Cd + Se + CrVI + Sb + Pb + Cr3 + Cu + Mn + V + Sn (ETM4)	4,65

*limite de quantification

Dans le cas particulier du chrome hexavalent, l'ensemble des mesures présentent des résultats inférieurs à la limite de quantification. L'exploitant indique ne pas utiliser ce composé dans son procédé de fabrication. Dans le cadre de cette étude, il est décidé de considérer la limite de quantification indiquée par le laboratoire d'analyse, selon la démarche détaillée ci-après.

La procédure d'estimation de la concentration à l'émission associée à chaque composé a été la suivante :

- 1) Estimation de la part moyenne de chaque métal dans sa famille respective à partir des concentrations moyennes mesurées (et présentées en Tableau 3),
- 2) Estimation d'une concentration à l'émission à partir de la part estimée avec la VLE prescrite dans l'AP de 2015. Une concentration à l'émission alternative a été estimée en considérant la valeur recommandée par la NEA MTD (cf. Tableau 2). Dans le cas des NEA MTD, la valeur haute de l'intervalle a été considérée.
- 3) Pour un même composé, sélection de la concentration à l'émission la plus faible entre celles estimées,
- 4) Comparaison de la concentration estimée finalement avec les concentrations mesurées en routine (cf. Tableau 3 et Annexe 1). L'objectif de cette dernière étape est de s'assurer que les concentrations à l'émissions considérées dans la présente étude majorent bien les concentrations mesurées lors des suivis réguliers (principe de cohérence). Le résultat de cette démarche est présenté en Tableau 4.

Tableau 4 : Concentration à l'émissions retenue pour chaque métal (mg/Nm³)

Composé	Concentration à l'émission
Sb	2,06E-02
As	5,49E-01
Cd	1,38E-02
Cr	4,28E-01
CrVI	3,95E-04
Co	1,22E-03
Cu	5,10E-02
Mn	4,35E-01
Ni	7,76E-02
Pb	1,00E+00
Tl	1,01E-02
V	2,68E-02
Hg	6,18E-02
Sn	1,24E+00
Se	3,58E-01
Somme des ETM selon les familles	VLE
Cd + Tl + Hg (ETM0)	0,1
As + Co + Ni + Se (ETM1)	1,0
Sb + Cr + Cu + Mn + V + Sn (ETM2)	2,2
As + Co + Ni + Cd + Se + CrVI (ETM3)	1,00
As + Co + Ni + Cd + Se + CrVI + Sb + Pb + Cr3 + Cu + Mn + V + Sn (ETM4)	4,2

Nota : la démarche appliquée, laquelle consiste à faire respecter toutes les combinaisons de VLE, ne permet pas d'atteindre les VLE prescrites pour la famille ETM. La démarche détaillée précédemment conduit à des concentrations à l'émission **plus faibles** que celle prescrites par la réglementation ou suggérée par les NEA-MTD, notamment pour les familles ETM2, ETM3 et ETM4

A partir de ces concentrations à l'émission, une part associée à chaque métal est estimée pour la somme de l'ensemble des métaux considérés.

Tableau 5 : spéciation de la famille des métaux (excepté le mercure)

Composé	1,1E+00
Sb	0,51%
As	12,54%
Cd	0,33%
Cr	9,89%
CrVI	0,01%
Co	0,03%
Cu	1,16%
Mn	9,83%
Ni	1,75%
Pb	25,86%
Tl	0,23%
V	0,61%
Sn	29,16%
Se	8,09%
TOTAL	100%

A noter que le mercure ne figure pas dans cette liste dans la mesure où il a été considéré à part en raison de son comportement physico chimique : il est principalement gazeux dans les conditions de pression et de température ambiante.

- **Cas des amines**

Les amines sont des composés organiques dérivés de l'ammoniac dont au moins un atome d'hydrogène a été remplacé par un groupe carboné. En l'absence d'information sur la composition de cette famille de substances, une recherche a été effectuée pour caractériser la toxicité des amines en considérant les formes les plus simples des amines primaire (méthylamine), secondaire (di méthylamine) et tertiaires (triméthylamine). Pour ces trois formes d'amines, il n'existe aucune valeur toxicologique de référence (VTR) permettant de caractériser un risque sanitaire. Cette famille de substance est donc considérée uniquement jusqu'à l'étape des dangers, toutefois, les risques sur la santé n'étant pas quantifiables pour cette famille de substances, les données disponibles ne permettent pas de les traiter plus précisément.

En parallèle des émissions induites lors du fonctionnement normal des installations OI de Veauche, un fonctionnement dégradé est possible en cas de mise en arrêt du système de traitement des fumées des fours. Ce fonctionnement dégradé peut avoir lieu au maximum pendant 250 heures par an. Les flux horaires mesurés pendant cette période ont été collectés et rassemblés en Tableau 6. Il est possible de remarquer l'absence de cobalt mesuré pendant cette période.

Tableau 6 : Flux horaire en composés relevés pendant les périodes sans traitement des émissions (kg/h)

Composé	Cheminée 1	Cheminée 2
CO	7,78E-02	1,35E-01
COVT	9,48E-02	1,65E-01
NOx	5,11E+01	8,88E+01
PM10	5,78E+00	1,00E+01
SO2	1,12E+01	1,94E+01
SO3	5,15E-01	8,95E-01
HCl	1,58E+00	2,74E+00
HF	3,99E-01	6,93E-01
HCN	0,00E+00	0,00E+00
Sb	2,42E-03	4,20E-03
As	2,09E-02	3,64E-02
Cd	1,15E-03	2,00E-03
Cr	2,13E-02	3,71E-02
Co	0,00E+00	0,00E+00
Cu	1,72E-03	2,99E-03
Mn	9,50E-04	1,65E-03
Ni	1,55E-03	2,69E-03
Pb	1,67E-01	2,89E-01
Tl	2,68E-04	4,66E-04
V	2,91E-05	5,05E-05
Hg	1,13E-03	1,97E-03
Sn	8,20E-02	1,42E-01
Te	2,53E-05	4,40E-05
Se	4,19E-03	7,29E-03
Zn	1,48E-02	2,57E-02
Ti	4,53E-04	7,87E-04
TiO2	7,56E-04	1,31E-03
CrVI	0,00E+00	0,00E+00
Cd + Tl + Hg	2,55E-03	4,43E-03
Sb + Cd + Co + Ni + Se + Cr VI	9,31E-03	1,62E-02
As + Cd + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + Pb + V + Sn + Se	3,00E-01	5,22E-01
Sb + Cr + Cu + Mn + V + Sn	1,08E-01	1,88E-01
Fluoranthène	2,02E-06	3,51E-06

Une comparaison entre les flux relevés pendant la période sans traitement des émissions et un fonctionnement normal est disponible en Annexe 2. Cette comparaison montre des flux sensiblement plus élevés lorsque le traitement des fumées est inopérant en particulier pour la majeure partie des substances considérées. A noter toutefois des flux plus faibles pour certain composé tels que le soufre, le manganèse, le nickel, le vanadium, le mercure, l'étain et le sélénium.

Ces particularités peuvent d'expliquer par plusieurs raisons :

- Les mesures sans traitement des fumées ont été faites uniquement sur la cheminée du four 3 qui fonctionne avec 100% et 90% de calcin. Tandis que le four 4 fonctionne avec un mix 60% gaz/40% FOL et seulement 20% de calcin donc 80% de matières premières (sable, carbonate de soude, calcaire, sulfate de sodium, sélénium, oxyde de cobalt...), par conséquent :
- Pour le SO₂, les émissions sont plus faibles car on ne comptabilise pas ce qui est émis par la combustion du FOL et la réaction chimique verrière avec les sulfates dans le four 4.
- Le lit de fusion du F4 intègre une part importante de matière première qui peuvent expliquer les variations en métaux.

Une explication complémentaire réside dans le choix des concentrations à l'émission retenues pour un fonctionnement normal. En réalité, et comme indiqué précédemment, les flux à l'émission en fonctionnement normal majorent la réalité dans la mesure où ils se basent sur des VLE. La majoration est détaillée en Annexe 1.

Dans la suite de l'étude, les flux à l'émission intègrent les périodes de fonctionnement avec et sans traitement. Le flux moyen est estimé en pondérant les flux avec système de traitement des fumées et sans traitement au prorata de leur durée de fonctionnement dans l'année. A noter toutefois que cette moyenne pondérée n'a pas pris en compte les flux horaires sans traitement lorsqu'ils étaient inférieurs aux flux estimés pour un fonctionnement normal (avec traitement). Dans l'exemple du manganèse, les flux pris en compte pour les 8760 heures dans l'année n'intègrent pas le flux mesuré hors traitement, celui-ci étant plus faible que le flux estimé avec traitement sur des bases majorantes (principe de cohérence). Le Tableau 7 présente les flux annuels pris en compte dans l'étude. Le fluoranthène, mesuré uniquement pendant une période sans traitement a été pris en compte comme s'il était émis en continue avec ou sans traitement des fumées (hypothèse majorante). A contrario, le cobalt et le chrome VI qui n'ont pas fait l'objet de mesure sans traitement, les émissions considèrent uniquement les émissions avec traitement.

Tableau 7 : Bilan des émissions associées aux sources principales (t/an)

Substance	Cheminée 1	Cheminée 2
SO2	143,9	250,0
NOx	174,3	302,9
NH3	4,8	8,3
PM10	6,1	10,6
PM2,5	6,1	10,6
Formaldéhyde	4,8	8,3
Phénol	4,8	8,3
CO	24,0	41,7
HF	1,3	2,2
HCl	5,1	8,8
H2S	1,2	2,1
Amines	1,2	2,1
Fluoranthène	1,8E-05	3,1E-05
Sb	5,4E-03	9,4E-03
As	1,3E-01	2,3E-01
Cd	3,5E-03	6,1E-03
Cr	1,1E-01	1,8E-01
CrVI	9,5E-05	1,6E-04
Co	2,0E-02	3,4E-02
Cu	1,2E-02	2,1E-02
Mn	1,0E-01	1,8E-01
Ni	1,9E-02	3,2E-02
Pb	2,7E-01	4,8E-01
Tl	2,4E-03	4,2E-03
V	6,4E-03	1,1E-02
Hg	1,5E-02	2,6E-02
Sn	3,1E-01	5,4E-01
Se	8,6E-02	1,5E-01
Somme des métaux (excepté mercure)	1,06E+00	1,84E+00

4.2.2 Cheminées : conditions d'émission

Le terme source des émissions comprend également les conditions d'émission (hauteur, diamètre, vitesse, température à l'émission, ...). Les conditions d'émission sont présentées ci-après.

Tableau 8 : Conditions d'émission

Paramètres	Unité	Fonctionnement normal	
		Cheminée 1	Cheminée 2
X (LAMBERT 93)	m	800973	800937
Y (LAMBERT 93)	m	6496966	6496918
Hauteur de la cheminée par rapport au sol	m	45	45
Diamètre au débouché	m	1,1	1,45
Vitesse de rejet minimale	m/s	8	8
Température des fumées	°C	250	250
Durées annuelles des émissions en fonctionnement dit normal	Nombre d'heures/an	8 760	8 760
Répartition de ces heures d'émission sur la journée, la semaine, les mois de l'année.	-	Fonctionnement 24h/24	Fonctionnement 24h/24



Figure 1 : Localisation des sources principales

4.2.3 Sources secondaires

Les sources secondaires identifiées sur le site correspondent à l'ensemble des appareils consommant du combustible. Un inventaire de ces différents appareils a été effectué par l'exploitant. Ils ont été localisés géographiquement et leur consommation en combustible a été collectée. La localisation de ces appareils est présentée en Figure 2.

Les données relatives à la consommation en combustible et à l'estimation des émissions en oxydes d'azote sont présentées en Tableau 9. Ces données distinguent différentes sources d'émission considérées spécifiquement dans l'étude de modélisation de la dispersion atmosphérique. On distingue notamment les arches de cuisson et les feeders (sources 22 et 23). L'ensemble des émissions associées aux autres sources sont fondées en dernière ligne du Tableau 9.



Figure 2 : Localisation des sources secondaires

Les émissions sont estimées sur la base de la consommation en gaz fournies par l'exploitant et d'un facteur d'émission proposé dans l'inventaire des émissions OMINEA. Les résultats obtenus sont présentés en Tableau 9.

Tableau 9 : consommation en combustible des sources d'émissions secondaires

Source	Consommation de combustible (MJ)	Emission en NOx (t/an)	Part émission
source 3 conso fioul	89886	0,38	4,4%
(source conso gaz (zone hachurée en Figure 3)*)	16331185*	0,98	11,2%
(source conso gaz (zone hachurée en Figure 3))	16331185*	0,98	11,2%
(source conso gaz (zone hachurée en Figure 3))	16331185*	0,98	11,2%
(source conso gaz (zone hachurée en Figure 3))	16331185*	0,98	11,2%
(surf totale) conso gaz (zone rose en Figure 3)	73834085	4,44	50,8%
TOTAL	139248713	8,74	100,0%

*les zones hachurées ayant le même poids, les données présentées dans le tableau précédent peuvent s'appliquer à chaque zone hachurée présentée en Figure 3.



Figure 3 : Localisation de l'ensemble des sources identifiées et attribution des zones d'émission pour les sources diffuses

5 Evaluation des enjeux

5.1 Localisation du site et justification de la zone d'étude

Les installations OI de Veauche sont localisées au centre du territoire communal, le long des départementales 12 et 54.

Dans ce rapport, on se propose d'étudier les émissions atmosphériques des installations et leur impact sur la qualité de l'air dans une aire d'étude définie.

Le domaine d'étude retenu est un rectangle de 78 km² ; de 6 km de largeur (d'est en ouest) et de 13 km de hauteur (du nord au sud), centré sur les cheminées des installations OI. Cette zone permet de s'assurer qu'elle comprend a minima 10% de la concentration la plus élevée estimée autour du site étudié. Ce critère est couramment utilisé pour dimensionner la taille du domaine d'étude. Il permet de s'assurer que le domaine pris en compte comprendra bien les zones les plus impactés par l'installation étudiée.

La Figure 4 présente sous forme d'iso contours les ratios (concentration/concentration max)) obtenus pour un traceur des émissions du site OI Veauche (le dioxyde d'azote). Le ratio de 10% correspond à l'iso-contour orange. Sur la base de cet iso-contour, le domaine en délimité en rouge de 78 km² a été défini. Sa forme, orientée nord-sud, est liée aux conditions météorologiques locales, détaillées en chapitre 9.2.

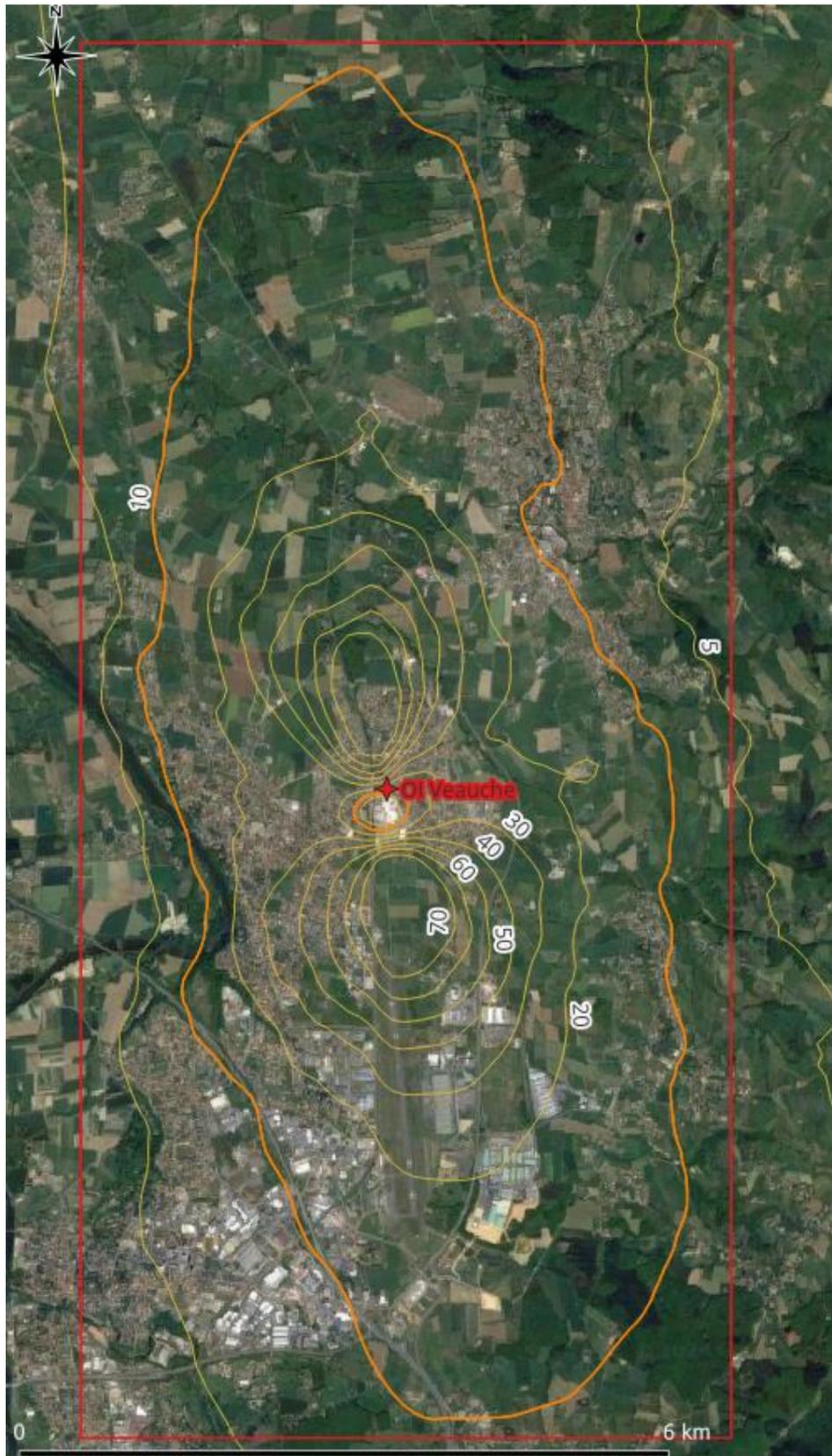


Figure 4 : dimensionnement de la taille du domaine d'étude : ratios cc/cc^{max} obtenus pour le dioxyde d'azote émis par le site OI (exprimé en %)

5.2 Occupation des sols, inventaire des usages

5.2.1 Population

Le domaine retenu comprend 15 communes situées dans le département de la Loire (42) de la région Auvergne Rhône Alpes. Le tableau 4, présente les communes présentes dans la zone d'influence du site OI e Veauche, ainsi que leur importance relative dans ce domaine.

Tableau 10 : Communes présentes dans la zone d'étude

Nom	part
Saint-Galmier	21,3%
Andrézieux-Bouthéon	16,1%
Veauche	13,9%
Chambœuf	10,8%
Cuzieu	10,1%
Saint-Bonnet-les-Oules	9,6%
La Fouillouse	6,4%
Bellegarde-en-Forez	4,5%
Veauchette	2,6%
Saint-Just-Saint-Rambert	2,2%
Rivas	1,3%
Montrond-les-Bains	0,5%
Chazelles-sur-Lyon	0,3%
Saint-André-le-Puy	0,2%
Saint-Médard-en-Forez	<0,1%
TOTAL	100,0%

L'effectif de population peut être estimé par l'intermédiaire des données carroyées de population proposées par l'INSEE depuis 2022. Cette base contient 35 variables sur la structure par âge des individus au cours de l'année 2017 (dernière année disponible). La Figure 5 présente la variabilité des zones habitées autour du site OI. Les espaces les plus densément peuplés correspondent au centre de la commune de Veauche, Andrézieux-Bouthéon et de Saint Galmier.

Le *Tableau 11* synthétise quant à lui les effectifs de population du domaine d'étude retenu. D'après les données exploitées, 27 693 personnes sont susceptibles d'habiter dans cette zone.

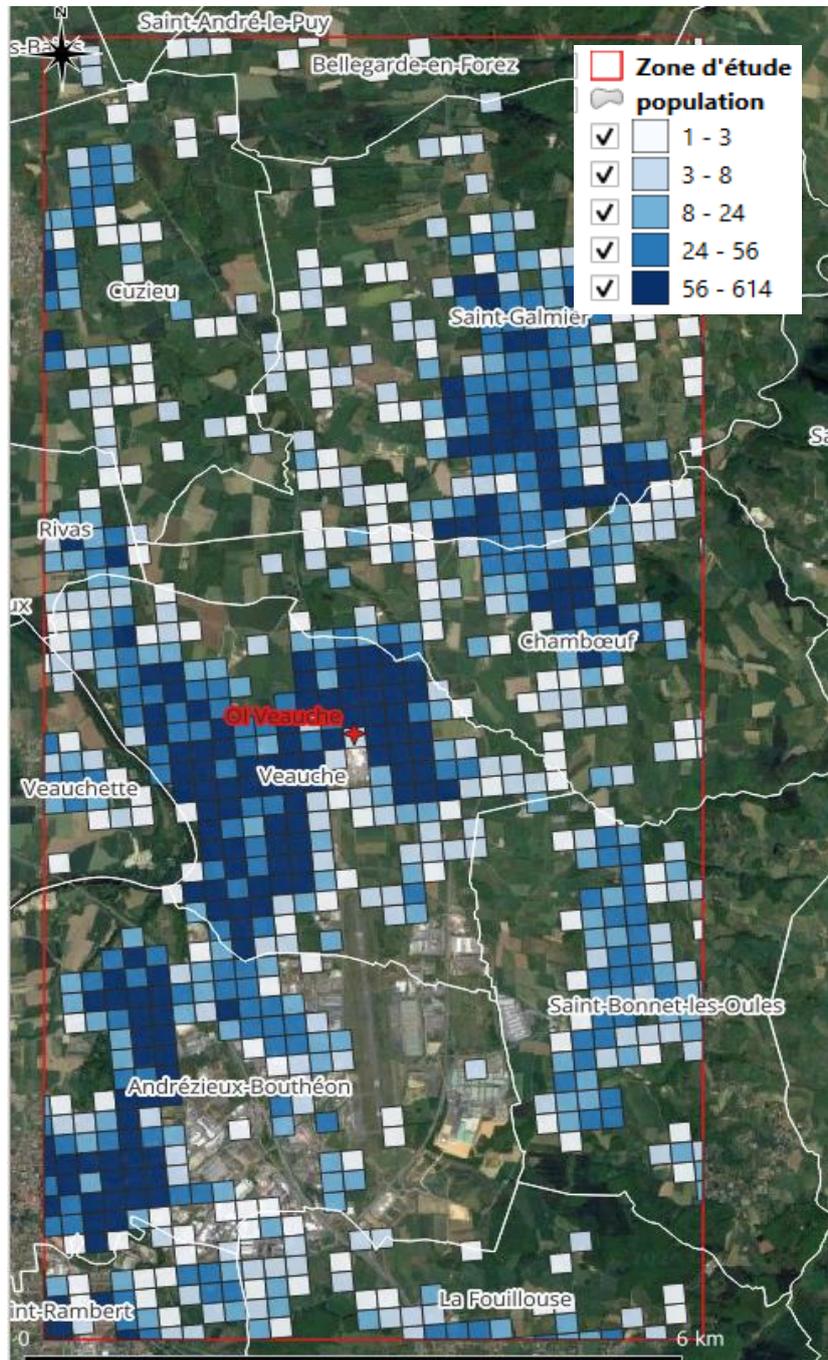


Figure 5 : Localisation des limites communales et des populations dans le domaine d'étude (INSEE)

Tableau 11 : Effectif de population par classe d'âge recensés par l'Insee dans la zone d'étude

Classe d'âge	Effectif
0-3 ans	1 186
4-5 ans	683
6-10 ans	1 808
11-17 ans	2 674
18-24 ans	1 578
25-39 ans	4 498
40-54 ans	5 860
55-64 ans	3 635
65-79 ans	3 909
80 ans et +	1 100
Age incertain	762
TOTAL	27 693

5.2.2 Populations sensibles

Les catégories de populations sensibles considérées comprennent :

- les enfants (à l'âge de moins de 7 ans),
- les personnes fragiles du point de vue de la santé (personnes hospitalisées, personnes âgées).

Ces populations sont prises en compte par l'étude d'inventaires d'établissements scolaires primaires et élémentaires, les établissements d'hébergement de personnes âgées (EHPAD) et des hôpitaux situés dans le domaine d'étude.

Dans le domaine théorique d'influence des installations OI de Veauche, il est observé un total de 2 écoles maternelles, 3 structures d'accueil d'enfants en bas âge de type crèches, 2 EHPAD et un hôpital régional.

. Les sites sensibles les plus proches sont les écoles maternelles Pagnol et des glycines situées dans le bourg de Veauche. Les sites sensibles sont localisés géographiquement en *Figure 6*.

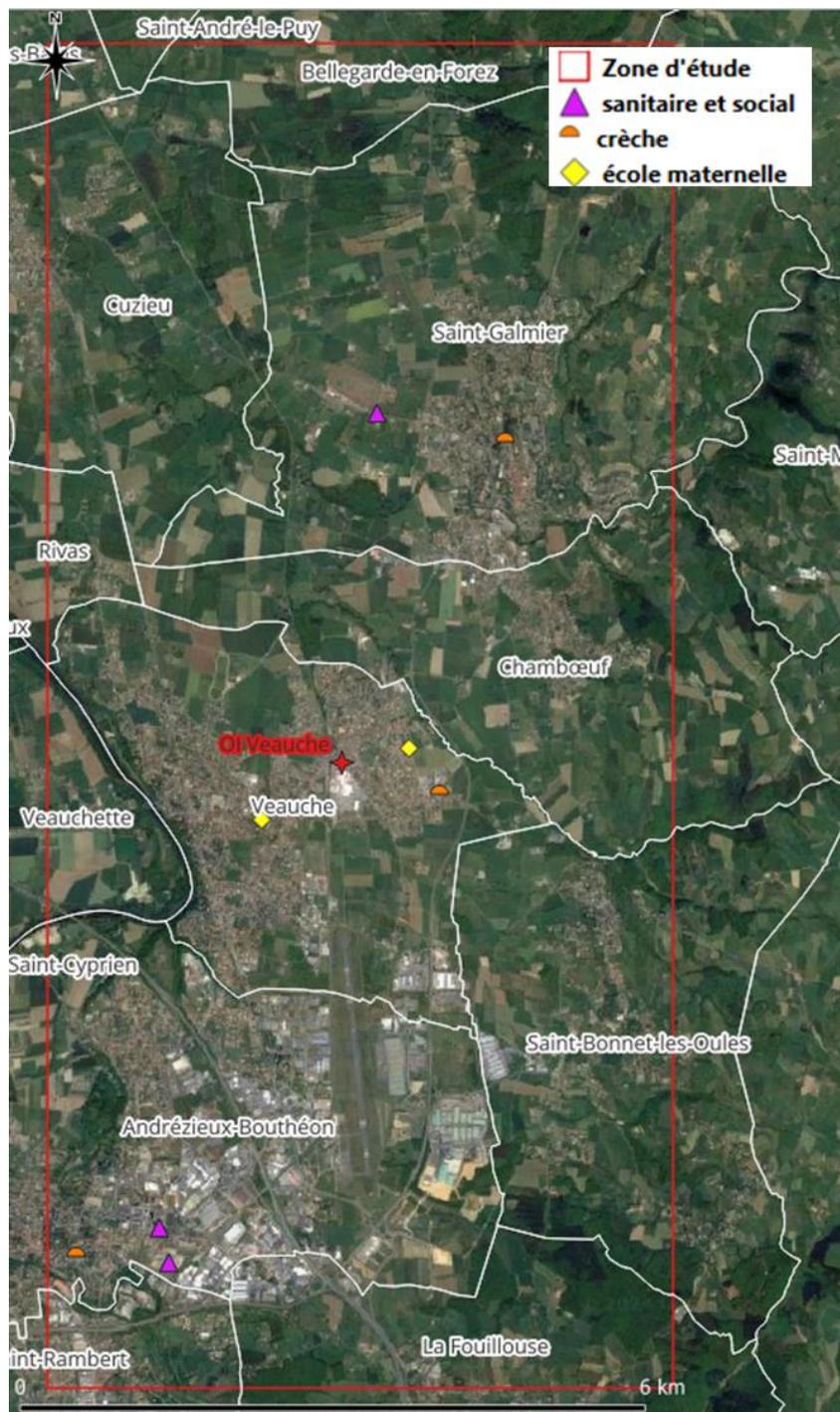


Figure 6 : Populations sensibles recensées au sein de la zone d'étude (source : Open data)

5.2.3 Activités polluantes

Dans la région considérée, la pollution de l'air provient :

- de la circulation automobile ;
- de chauffage individuel ;

- d'activités industrielles.

- **Circulation automobile :**

Le principal axe routier situé à proximité du site est l'autoroute 72 passant à environ 6 km au sud-ouest du site. Des axes secondaires sont également présents dans le domaine d'étude. Il s'agit notamment des départementales 1082, 100, 54 et 12.

Pour mémoire, les émissions liées au trafic routier sont en général évaluées sur la base des paramètres suivants : monoxyde d'azote (CO), oxydes d'azote (NOx) et composés organiques volatils (COV) dont essentiellement le benzène et poussières.

Les composés organiques volatils contenus dans les carburants et susceptibles d'être émis par le trafic routier sont notamment :

- Le benzène, qui entre dans la composition de l'essence à hauteur de 1% au maximum,
- Le toluène,
- Les xylènes, contenus dans l'essence,
- L'éthylbenzène, qui est ajouté à l'essence en raison de ses propriétés antidétonantes.

- **Activités industrielles :**

L'établissement se trouve dans une zone industrielle.

Les principales activités à proximité du site sont recensées par l'étude d'installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). D'après les informations disponibles sur le site Georisques, le domaine d'étude comprend 55 ICPE. Chacune de ces ICPE est susceptible d'émettre des polluants à l'atmosphère, et notamment les polluants générés également par OI et considéré dans le cadre de cette étude.

Des informations relatives à ces émissions disponibles pour les sites industriels d'importance et connus comme émetteurs de substances (dans l'air, dans l'eau ou sous forme de déchets). Ces sites déclarent leurs rejets via le site GERP. Ces données permettent d'alimenter le registre national des émissions polluantes (IREP) destiné à l'information du grand public.

Parmi les 55 ICPE présentes dans le domaine d'étude, 10 sont classées IED. Enfin, parmi les 10 ICPE classées IED, 2 déclarent émettre des substances à l'atmosphère : il s'agit du site OI qui fait l'objet de la présente étude, et le site RKW CASTELLETTA SAS situé à environ 2,3 km au nord-est du site OI. RKW CASTELLETTA SAS est active dans le domaine du traitement de surface à l'aide de solvant organiques. Ce site déclarait émettre **94** tonnes de COVNM en 2021 et **78,8** tonnes en 2022.

L'ensemble de ces sites est localisé en *Figure 7*.

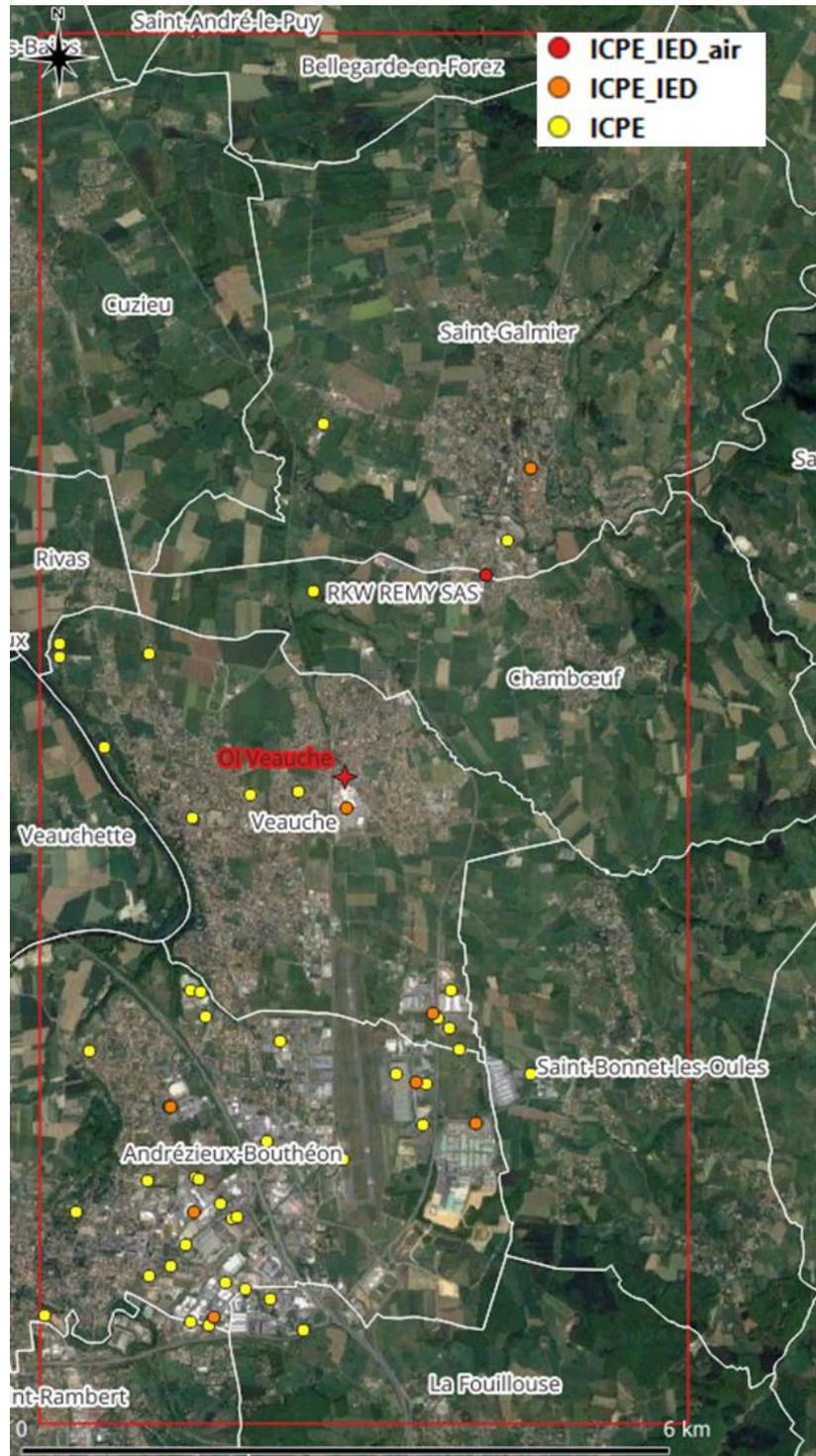


Figure 7 : ICPE présentes dans le domaine d'étude (source : Georisques)

Les activités industrielles situées dans la zone d'étude sont nombreuses avec des activités potentiellement polluantes qui contribuent donc au fond de pollution local. Le Tableau 12 présente les activités associées aux ICPE identifiées dans le domaine d'étude ainsi que leur occurrence.

Tableau 12 : Activités des ICPE présentes dans le domaine d'étude (source : Georisques)

Libellé selon la nomenclature nationale d'activités française (NAF)	Occurrence
Industries alimentaires	3
Administration publique et défense ; sécurité sociale obligatoire	1
Entreposage et services auxiliaires des transports	2
Collecte, traitement et élimination des déchets ; récupération	2
Fabrication de produits en caoutchouc et en plastique	1
Fabrication de textiles	1
Fabrication d'équipements électriques	1
Industrie automobile	2
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	1
Industrie chimique	1
Fabrication de produits métalliques, à l'exception des machines et des équipements	2
Fabrication de machines et équipements n.c.a. ¹	1
Activités des services financiers, hors assurance et caisses de retraite	1
Génie civil	1

5.2.4 Inventaire des usages

Les usages recensés sont identifiés sur la figure ci-après. La base de données utilisée est la base de données Corine Land Cover 2018². L'occupation des sols selon cette source d'information est présentée en *Figure 8* sous forme cartographique et sous forme de tableau en Tableau 13.

¹ Non classé ailleurs

² Visualisation de l'occupation du sol en France métropolitaine. Outil de référence pour mesurer les impacts environnementaux. La base de données CORINE Land Cover 2018, dite CLC 2018, a été réalisée à partir de CLC 2012 révisée et de la base des changements 2012-2018.

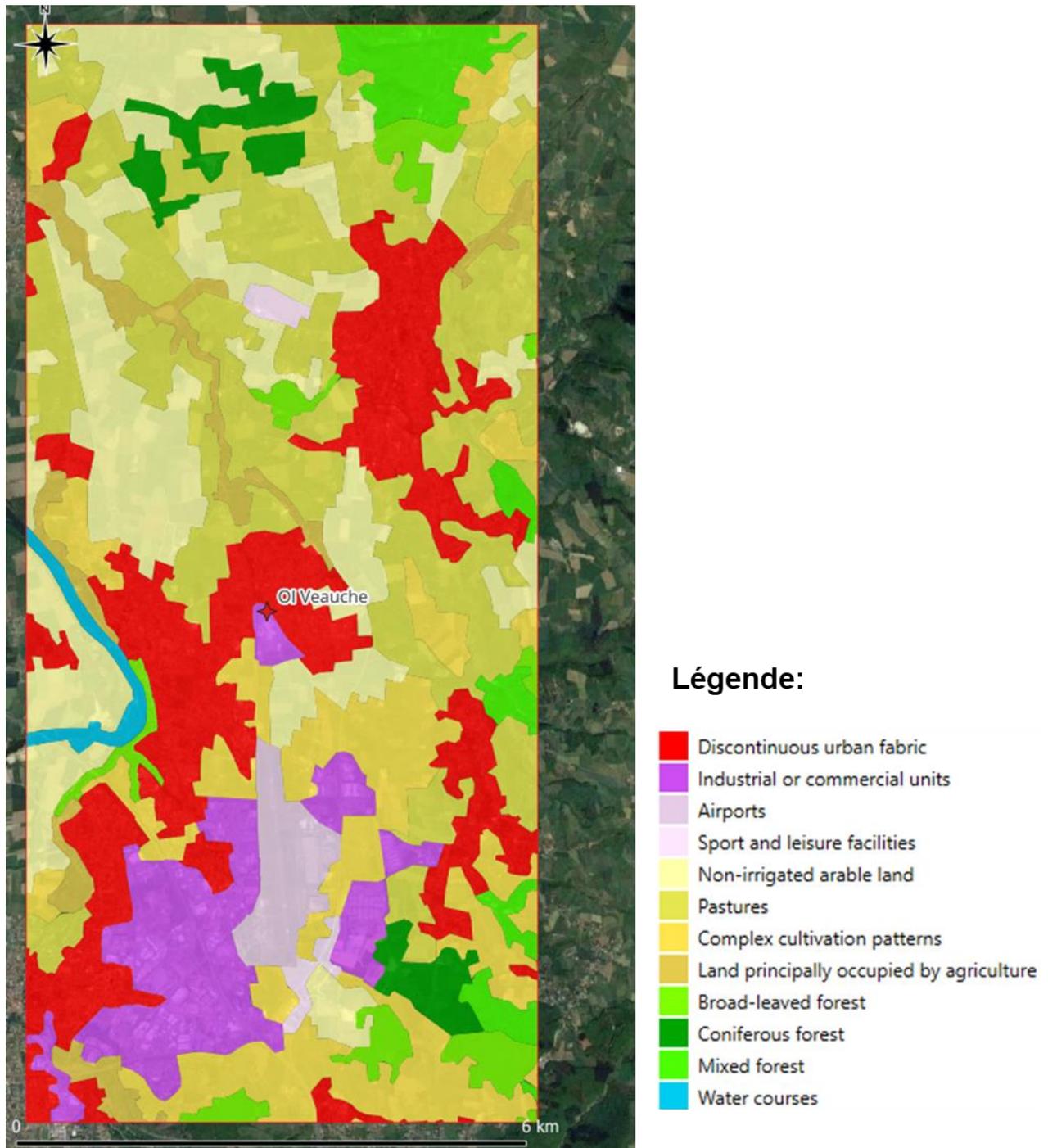


Figure 8 : Occupation des sols dans le domaine d'étude (source : Corine Land Cover, 2018)

Tableau 13 : Usage des sols recensés dans le domaine d'étude (source : Corine Land Cover, 2018)

Usage	Surface (ha.)	Part (%)
Pâturages	1815,5	23,2%
Terres arables non irriguées	1476,2	18,9%
Tissu urbain discontinu	1421	18,2%
Modes de culture complexes	1124,9	14,4%
Unités industrielles ou commerciales	618,1	7,9%
Forêt mixte	296,4	3,8%
Terres principalement occupées par l'agriculture, avec d'importantes zones de végétation naturelle	276,2	3,5%
Forêt de feuillus	246,3	3,2%
Forêt de conifères	242	3,1%
Aéroports	173,8	2,2%
Cours d'eau	65,5	0,8%
Installations sportives et de loisirs	56,9	0,7%
TOTAL	7812,8	100,0%

Au sein de l'aire étudiée, les principaux usages des sols sont identifiés comme étant dédiés à l'agriculture (60%), l'habitat (19%), l'activité économique et les transports (10%). Les forêts occupent également 10% du domaine.

6 Schéma conceptuel d'exposition

Les émissions atmosphériques des installations OI de Veauche sont potentiellement à l'origine :

- d'une contamination de l'air (polluants atmosphériques),
- d'une contamination des sols, en particulier pour les polluants bioaccumulables,
- d'une contamination des végétaux (transferts sol / plante et dépôts sur les parties aériennes des végétaux) pour les polluants bioaccumulables,
- d'une contamination des produits animaux (viande, œufs, lait) pour les polluants bioaccumulables.

L'exposition des populations est donc susceptible de se faire par les voies d'exposition suivantes :

- Inhalation directe : exposition aux concentrations atmosphériques.
- Ingestion directe de sol en particulier chez les enfants (jeux à l'extérieur,...).
- Ingestion indirecte via les légumes et les fruits.
- Ingestion indirecte via les produits animaux (viande, lait, œufs,...). La contamination des animaux provient de l'ingestion directe de sol (pâturage) et de végétaux contaminés.

Les voies d'exposition des populations potentiellement exposées aux émissions atmosphériques du site OI de Veauche sont retenues sur la base du schéma conceptuel d'exposition. Ce dernier est établi en considérant :

- La nature des polluants susceptibles d'être émis par l'installation et de leurs caractéristiques (en particulier, leur potentiel de bioaccumulation) ;
- L'inventaire des usages et des différents milieux d'exposition potentielle ;
- L'inventaire des cibles.

Compte tenu du fait que les émissions atmosphériques du site OI de Veauche pourront contenir des polluants bioaccumulables et persistants (métaux), il a été considéré qu'il y avait une exposition possible par ingestion pour ces composés.

L'occupation des sols et l'inventaire des usages mettent en évidence la présence potentielle de cours d'écoles, d'activités agricoles dans la zone d'influence des dépôts attribuables à l'activité du site.

⇒ **L'exposition par ingestion directe de sol, de fruits et légumes et de produits animaux est donc retenue.**

Ainsi, le schéma conceptuel d'exposition est présenté ci-après.

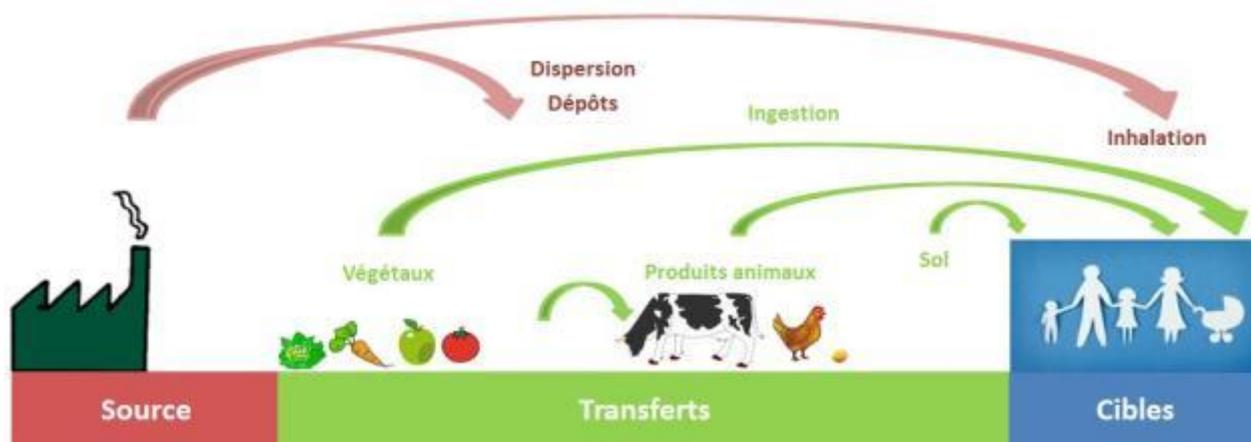


Figure 9 : Schéma conceptuel d'exposition

7 Détermination des substances d'intérêt

De façon générale, le choix des substances d'intérêt est réalisé en fonction des critères suivants :

- Toxicité de la substance ;
- Devenir dans les compartiments environnementaux.

Parmi les substances d'intérêt, nous distinguons :

- Les **traceurs d'émission** : ce sont les substances susceptibles de révéler une contribution de l'installation aux concentrations mesurées dans l'environnement (voire une dégradation des milieux attribuable à ses émissions). Ils sont utilisés notamment pour la surveillance environnementale du site. Il s'agit ici des poussières, des oxydes d'azote et des métaux.
- Les **traceurs de risque** : ce sont les substances susceptibles de générer des effets sanitaires chez les personnes qui y sont exposées (les composés organiques volatils, les gaz de combustion tels que le dioxyde d'azote, les poussières et les métaux). Elles sont utilisées pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires. Si une substance ne présente pas de Valeur Toxicologique de Référence (VTR), elle ne peut pas être retenue pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires. Le cas échéant, une comparaison aux valeurs guides et/ou réglementaires sera réalisée.

Nous retiendrons, parmi les polluants susceptibles d'être émis, tous ceux disposant de Valeur Toxicologique de Référence par inhalation et/ou par ingestion (pour les polluants bioaccumulables).

Le tableau suivant présente :

- Les **Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)** retenues au moment de la rédaction du présent dossier. La méthodologie de choix des VTR est présentée au § 9.1.
- Le **devenir des substances** dans l'environnement (en particulier la persistance et le potentiel de bioaccumulation).

Les polluants retenus comme substance d'intérêt sont identifiés en **gras**.

Tableau 14 : Hiérarchisation des substances émises ou susceptibles de l'être

Polluant / substance	N°CAS	Effet à seuil						Effet sans seuil				Persistance (biodégradabilité) et/ou potentiel de bioaccumulation dans l'environnement	Retenu comme substance d'intérêt	Commentaire	
		Inhalation (µg/m³)	Organe cible ou effet sur ...	Référence	Ingestion (mg/kg/j)	Organe cible ou effet sur ...	Référence	Inhalation (µg/m³) ⁻¹	Référence	Ingestion (mg/kg/j) ⁻¹	Référence				
Oxyde d'azote en équivalent NO ₂	10102-44-0	10*	-	Ligne Directrice (OMS)								Non bioaccumulable	Oui	Les concentrations modélisées seront comparées aux valeurs réglementaires et à la Ligne Directrice de l'OMS	
		40*	-	Objectif de qualité de l'air et Valeur Limite pour la protection de la santé humaine (Code de l'Environnement)											
Dioxyde de soufre (SO ₂)	7446-09-5	50*	-	Objectif de qualité de l'air (Code de l'Environnement)								Non bioaccumulable	Oui	Les concentrations modélisées seront comparées aux valeurs réglementaires.	
Monoxyde de carbone (CO)	630-08-0	10000*	-	Valeur limite pour la protection de la santé humaine pour le maximum journalier de la moyenne glissante sur huit heures (Code de l'Environnement)								Non bioaccumulable	Oui	Les concentrations modélisées seront comparées aux valeurs de référence	
				Afsset, 2007											
Chlorure d'hydrogène (HCl)	7647-01-0	20	Système respiratoire	US-EPA, 1995								Non bioaccumulable	Oui	-	
Fluorure d'hydrogène (HF)	7664-39-3	14	Os	OEHHA, 2003 (recommandé par l'INERIS)								Non bioaccumulable	Oui	-	
Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	7783-06-4	2	Système respiratoire	US-EPA, 2003 (recommandé par l'INERIS)								Non bioaccumulable	Oui	-	
Méthylamine diméthylamine triméthylamine	74-89-5 124-40-3 75-50-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Non bioaccumulable	Oui	-	
Particules (assimilées aux PM ₁₀)	-	15*	-	Ligne Directrice (OMS)								Non bioaccumulable	Oui	Les concentrations modélisées seront comparées aux valeurs réglementaires et à la Ligne Directrice de l'OMS	
		30*	-	Objectif de qualité de l'air (Code de l'Environnement)											
		40*	-	Valeur Limite pour la protection de la santé humaine (Code de l'Environnement)											
Particules (assimilées aux PM _{2,5})	-	5*	-	Ligne Directrice de (OMS)								Non bioaccumulable	Oui	Les concentrations modélisées seront comparées aux valeurs réglementaires et à la Ligne Directrice de l'OMS	
		10*	-	Objectif de qualité de l'air (Code de l'Environnement)											
		25*	-	Valeur Limite pour la protection de la santé humaine (Code de l'Environnement)											
Composés Organiques Volatils (COV)	Voir ci-après les COV spécifiques														
Benzène	71-43-2	10	Système immunitaire	Anses, 2008				2,6E-05	Anses, 2014				Non bioaccumulable	Oui	-
Formaldéhyde	50-00-0	123	Système oculaire	Anses, 2018				-	-	-	-	Non bioaccumulable	Oui	Substance cancérigène à seuil de dose	
Phénol	108-95-2	200	Système nerveux	OEHHA, 2000				-	-	-	-	Non bioaccumulable	Oui	-	
Fluoranthène	206-44-0	-	-	-				6,0E-07	Choix INERIS (US-EPA, 2017)			Non bioaccumulable	Oui	-	
Métaux	Voir ci-après les métaux spécifiques														
Arsenic	7440-38-2	1,5E-02	Diminution des capacités intellectuelles et des effets néfastes sur le comportement	OEHHA, 2008 (retenu par l'INERIS, 2010)	4,5E-04	Système cutané	FoBiG, 2009 (retenu par l'INERIS, 2010)	1,5E-04	TCEQ 2012 (Texas Commission on Environmental Quality) (retenu par l'Anses, 2018)	1,5	US-EPA, 2009 et OEHHA, 1998 (retenu par l'INERIS, 2010)	Bioaccumulable et persistant	Oui	-	

Polluant / substance	N°CAS	Effet à seuil						Effet sans seuil				Persistance (biodégradabilité) et/ou potentiel de bioaccumulation dans l'environnement	Retenu comme substance d'intérêt	Commentaire
		Inhalation (µg/m³)	Organe cible ou effet sur ...	Référence	Ingestion (mg/kg/j)	Organe cible ou effet sur ...	Référence	Inhalation (µg/m³) ⁻¹	Référence	Ingestion (mg/kg/j) ⁻¹	Référence			
Cadmium	7440-43-9	0,3	Tumeurs pulmonaires	Anses, 2012	3,5E-04	Système musculo-squelettique	ANSES, 2019	1,3E-03	-	-	-	Bioaccumulable et persistant	Oui	Substance cancérigène à seuil de dose
Chrome III	16065-83-1/7440-47-3	2	Système respiratoire / système circulatoire	ATSDR, 2012 (retenu par l'Anses, 2017)	0,3	-	ANSES, 2016	-	-	-	-	Bioaccumulable et persistant	Oui	-
Chrome VI	18540-29-9/1333-82-0	0,3	Système respiratoire	ANSES, 2015	1,0E-03	Système digestif	ATSDR 2008 (retenu par l'Anses, 2018)	4,0E-02	IPCS 2013 (retenu par l'Anses, 2015)	0,5	OEHHA 2011 (retenu par l'Anses, 2018)	Bioaccumulable et persistant	Oui	-
Cobalt	7440-48-4	0,1	Système respiratoire	ATSDR, 2004 et OMS CICAD 2006	1,5E-03	-	Afssa 2010 (retenu par l'Anses, 2018)	7,70E-03	OEHHA, 2020			Bioaccumulable et persistant	Oui	-
Cuivre	7440-50-8	1	-	RIVM, 2001 (retenu par l'INERIS, 2019)	1,5E-01	Hépatotoxique et effets gastro-intestinaux	EFSA, 2018 (retenu par l'INERIS, 2019)	-	-	-	-	Bioaccumulable et persistant	Oui	-
Etain	7440-31-5	-	-	-	0,2	Système digestif	RIVM, 2009	-	-	-	-	Bioaccumulable et persistant	Oui	-
Mercure inorganique	7439-97-6	3,0E-02	Système nerveux	OEHHA, 2008 (retenu par l'INERIS, 2014)	5,7E-04	Système urinaire	ANSES, 2016				-	Bioaccumulable et persistant	Oui	-
Mercure organique	-	-	-	-	1,9E-04	Système nerveux	ANSES, 2016	-	-	-	-	Bioaccumulable et persistant	Oui	-
Manganèse	7439-96-5	0,3	Système neurologique	ATSDR, 2012 (retenu par l'Anses, 2018)	5,5E-02	Système nerveux	INSPQ, 2017 (retenu par l'Anses, 2018)				-	Bioaccumulable et persistant	Oui	-
Nickel	7440-02-0	2,3E-01	-	TCEQ 2011 (Texas Commission on Environmental Quality) (retenu par l'Anses, 2018)	2,8E-03	Effets reprotoxiques	EFSA 2015 (retenu par l'Anses, 2018)	1,7E-04	TCEQ 2011 (Texas Commission on Environmental Quality) (retenu par l'Anses, 2018)		-	Bioaccumulable et persistant	Oui	-
Plomb	7439-92-1	0,9	Plombémie protégeant l'ensemble de la population de la toxicité rénale	Anses, 2013 (retenu par l'INERIS, 2016), correspond à 15 µg/L (VTR interne construite par l'Anses)	6,3E-04	Plombémie protégeant l'ensemble de la population de la toxicité rénale	Anses, 2013 (retenu par l'INERIS, 2016) correspond à 15 µg/L (VTR interne construite par l'Anses, 2018)	1,2E-05	OEHHA, 2011 (retenu par l'INERIS, 2013)	8,5E-03	OEHHA, 2011 (retenu par l'INERIS, 2013)	Bioaccumulable et persistant	Oui	-
Antimoine	7440-36-0	0,3	Système respiratoire	ATSDR, 2019	6,0E-03	-	OMS, 2003 (retenu par l'Anses, 2018)					Bioaccumulable et persistant	Oui	-
Sélénium	7782-49-2	20	Système respiratoire	OEHHA, 2001	5,0E-03	Système nerveux	INERIS, 2011, EPA, 1991)	-	-	-	-	Bioaccumulable et persistant	Oui	-
Thallium	7440-28-0											Bioaccumulable et persistant	Non, absence de VTR	-
Vanadium	7440-62-2	1	Système respiratoire, développement	RIVM, 2009 (retenu par l'INERIS, 2011)	2,0E-03	-	Valeur provisoire : RIVM, 2009					Bioaccumulable et persistant	Oui	-

*Valeur de référence non considérée comme une Valeur Toxicologique de Référence (VTR) : aucun Quotient de Danger ne pourra être calculé à partir de cette valeur.

8 Evaluation de l'état des milieux

8.1 Présentation de la démarche

L'évaluation et l'interprétation de l'état des milieux (IEM) a pour objectif d'évaluer si la situation actuelle de l'environnement est compatible avec les usages.

L'évaluation et l'interprétation de l'état des milieux est réalisée pour les substances d'intérêt retenues ci-avant et pour les voies de transfert et d'exposition identifiées dans un schéma conceptuel d'exposition : l'inhalation et l'ingestion (liée à la contamination des sols et des aliments via les dépôts/concentrations atmosphériques).

8.2 Substances retenues, technique de prélèvement et analyse

Conformément au Guide INERIS sur la surveillance dans l'air autour des installations classées (décembre 2021), la technique à privilégier pour la mesure des concentrations dans l'air ambiant, est l'utilisation de méthode manuelle passive (tubes de type Radiello), présentant un bon compromis coût – facilité de mise en œuvre (léger, ne nécessite pas d'alimentation électrique) et fiabilité. Ainsi, il permet d'échantillonner concomitamment plusieurs points de mesures sur des durées importantes (prélèvement généralement réalisé sur 7 à 14 jours).

La quantité de substances **gazeuses** adsorbée dans le tube est analysée à posteriori en laboratoire et les concentrations calculées à partir du débit de diffusion adéquat (Unité : $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Les paramètres pertinents pour mener l'Interprétation de l'État des Milieux (IEM) pour le milieu air sont les suivantes :

- Les oxydes d'azote (assimilés au dioxyde d'azote).
- Le dioxyde d'azote,
- Chlorure d'hydrogène (HCl),
- Fluorure d'hydrogène (HF).

La faisabilité des mesures par tubes à diffusion passive est validée avec le laboratoire pour ces substances.

Les substances **particulaires** telles que les poussières ($\text{PM}_{2,5}$, PM_{10} et les métaux (l'arsenic, le cadmium, le cobalt, le nickel, le plomb le sélénium, le chrome VI) sont également retenues pour la surveillance. Dans la mesure où elles ne sont pas adaptées à un échantillonnage par tubes passifs, une mesure par prélèvement dynamique est retenue.

Le choix de la mesure de dépôts atmosphérique (par jauge de type Owen) pour une partie des métaux (polluants d'bioaccumulables / persistants) permet d'évaluer les niveaux des intrants atmosphériques moyens sur 15 jours en amont de l'ensemble des matrices environnementales intégratrices sur lesquelles ils sont susceptibles de se déposer (végétaux, sols).

Ainsi, sont retenues pour la campagne de mesures dans l'air :

- Les poussières ($\text{PM}_{2,5}$ et PM_{10}),
- Le dioxyde de soufre (SO_2),
- Les oxydes d'azote (assimilés au NO_2),
- L'arsenic,

- Le cadmium,
- Le cobalt,
- Le nickel,
- Le plomb,
- Le sélénium,
- Le chrome VI,
- Le méthanol,
- Le chlorure d'hydrogène (HCl),
- Le fluorure d'hydrogène (HF),

Pour les dépôts atmosphériques, les substances retenues pour mener l'Interprétation de l'État des Milieux (IEM), sont les suivantes :

- Poussières
- Arsenic,
- Cadmium,
- Chrome,
- Cobalt,
- Nickel,
- Plomb,
- Sélénium,
- Mercure.

A noter : des informations relatives à la qualité de l'air ont été recherchées sur le site web de l'AASQA³ locale ATMO Auvergne Rhône-Alpes. La station de mesure la plus proche étant en située à plus de 10 km au sud du site OI Veauche les données de mesure n'ont pas été considérées comme représentatives du domaine d'étude.

8.3 Nombre et localisation des points de mesure

Les points de mesures ont été localisés conformément au Guide INERIS sur la surveillance dans l'air autour des installations classées (décembre 2021), sur la base :

- Des résultats de la modélisation et des zones d'influence maximales modélisées attribuables aux émissions du site,
- De l'occupation des sols et de la localisation des populations potentiellement les plus exposées.

³ Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de de l'air (ATMO AURA pour la zone d'étude)

Les points de mesures pour l'échantillonnage d'air autour du site OI de Veauche sont localisés en Figure 10 suivante :

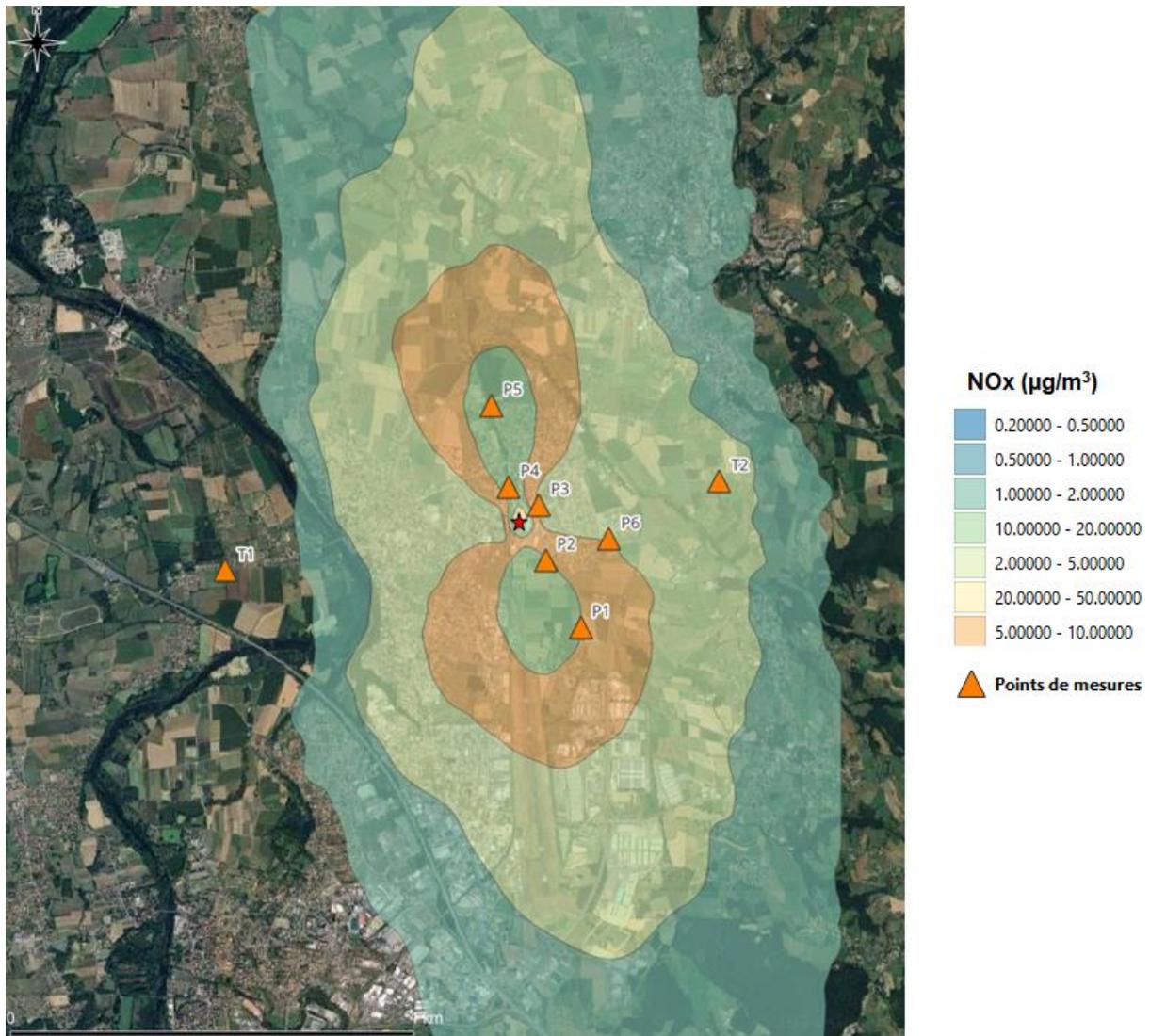


Figure 10. Localisation et type des échantillonneurs d'air et iso-contours des concentrations modélisés en moyenne annuelle pour les oxydes d'azote (substance traceuse des émissions)

L'ensemble des points de prélèvements ainsi que leur typologie est présenté en Tableau 15 suivant :

Tableau 15 : descriptif des substances recherchées aux points de mesures

Identification du point	Localisation typologie	Prélèvements réalisés
T1	Point de référence (point témoin) hors zone d'influence du site. Le point a été déterminé hors des champs des axes de vents dominants d'après la rose des vents réalisée dans l'ERS dans la direction des concentrations maximales modélisées	Prélèvement atmosphériques passifs : NO ₂ , SO ₂ , HCl, HF, méthanol
T2	Point de référence. (Point témoin) hors zone d'influence du site. Le point a été déterminé hors des champs des axes de vente dominants	Concentrations atmosphériques actifs : Métaux (Arsenic, Cadmium, Plomb, Sélénium, Nickel, Chrome VI, Cobalt) Poussières (PM ₁₀) Prélèvement atmosphériques passifs : NO ₂ , SO ₂ , HCl, HF, méthanol Dépôts atmosphériques par jauge : Poussières totales, Métaux (Arsenic, Cadmium, chrome, chrome VI, cobalt, nickel, Plomb, Sélénium, mercure)
P1	Point situé dans l'axe des vents dominants d'après la rose des vents exploitée dans l'ERS et aussi les roses des vents associées aux périodes de mesures (en particulier pour la campagne de novembre 2023)	Prélèvement atmosphériques passifs : NO ₂ , SO ₂ , HCl, HF, méthanol
P2	Ce point se situe dans la zone d'influence maximale du site d'après le rapport de l'ERS de 2021, les concentrations modélisées sont les plus élevées (en particulier pour la campagne de novembre 2023)	Concentrations atmosphériques actifs : Métaux (Arsenic, Cadmium, Plomb, Sélénium, Nickel, Chrome VI, Cobalt) Poussières (PM ₁₀) Prélèvement atmosphériques passifs : NO ₂ , SO ₂ , HCl, HF, méthanol Dépôts atmosphériques par jauge : Poussières totales, Métaux (Arsenic, Cadmium, chrome, chrome VI, cobalt, nickel, Plomb, Sélénium, mercure)
P3	Point situé au niveau des zones sensibles à proximité du site, proche de l'école saint Laurent	Prélèvement atmosphériques passifs : NO ₂ , SO ₂ , HCl, HF, méthanol Dépôts atmosphériques par jauge : Poussières totales, Métaux (Arsenic, Cadmium, chrome, chrome VI, cobalt, nickel, Plomb, Sélénium, mercure)
P4	Ce point se situe dans la zone d'influence maximale au niveau nord du site d'après le rapport de l'ERS de 2021	Concentrations atmosphériques actifs : Métaux (Arsenic, Cadmium, Plomb, Sélénium, Nickel, Chrome VI, Cobalt) Poussières (PM ₁₀) Prélèvement atmosphériques passifs : NO ₂ , SO ₂ , HCl, HF, méthanol Dépôts atmosphériques par jauge : Poussières totales, Métaux (Arsenic, Cadmium, chrome, chrome VI, cobalt, nickel, Plomb, Sélénium, mercure)
P5	Point situé dans l'axe des vents dominants d'après la rose des vents réalisée dans l'RS dans la direction des concentrations maximales au niveau nord du site modélisé (en particulier pour la campagne de novembre 2023)	Prélèvement atmosphériques passifs : NO ₂ , SO ₂ , HCl, HF, méthanol Dépôts atmosphériques par jauge : Poussières totales, Métaux (Arsenic, Cadmium, chrome, chrome VI, cobalt, nickel, Plomb, Sélénium, mercure)
P6	point situé au niveau des zones sensibles à proximité du site proche de l'école maternelle et primaire Marcel Pagnol	Prélèvement atmosphériques passifs : NO ₂ , SO ₂ , HCl, HF, méthanol Dépôts atmosphériques par jauge : Poussières totales, Métaux (Arsenic, Cadmium, chrome, chrome VI, cobalt, nickel, Plomb, Sélénium, mercure)

8.4 Durée des campagnes de mesure

Deux campagnes de mesures ont été effectuées : une première en novembre 2023 et une seconde en février 2024.

Les préleveurs actifs et tubes passifs ont été posés du 13/11/2023 au 28/11/2023 pour la campagne de novembre 2023 et du 29/01/2024 au 01/03/2024 pour la campagne de février 2024 (2 campagnes de 15 jours).

Les jauges Owen ont été posées à la même période, pendant 1 mois à chacune des 2 campagnes de mesures :

- Du 13/11/2023 au 12/12.2023 pour la campagne de novembre 2023,
- Du 29/01/2024 au 01/03/2024 pour la campagne de février 2024.

Ces différents moyens de mesures ont été positionnés aux mêmes endroits, aux niveaux des points localisés en Figure 10. À noter toutefois que dans le cas des préleveurs actifs, seuls trois appareils ont été déployés, au droit de deux points d'impact (P2 et P4) et d'un point témoin (T2). La Figure 11 suivante présente les types de mesures effectuées aux stations retenues :

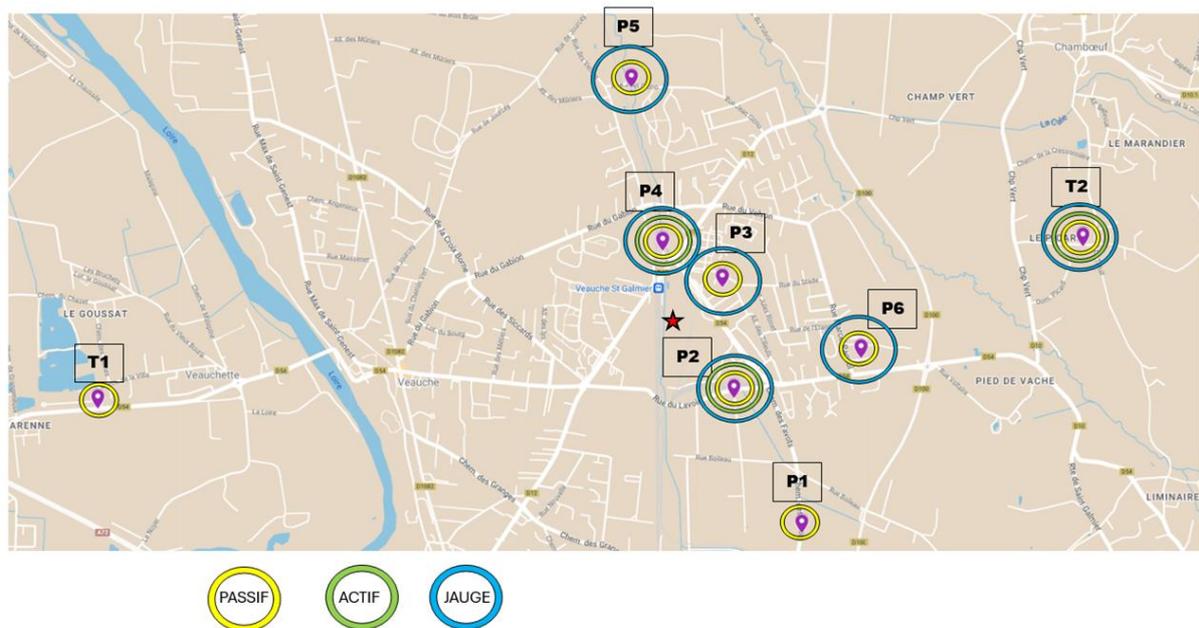


Figure 11 : Distinction des types de mesures réalisés aux différentes stations

8.5 Conditions de vent

Les conditions de vent durant les campagnes de mesure sont analysées à partir des données météorologiques mesurées pendant les campagnes de mesures. Les roses des vents obtenues sont présentées en Figure 12 et Figure 13. Elles montrent des vents principalement en provenance du sud et du nord. L'axe des vents dominants est orienté nord-nord-ouest - sud-sud-est pour la campagne de novembre 2023 et plutôt nord-nord-est – sud-sud-ouest pour la campagne de février 2024.

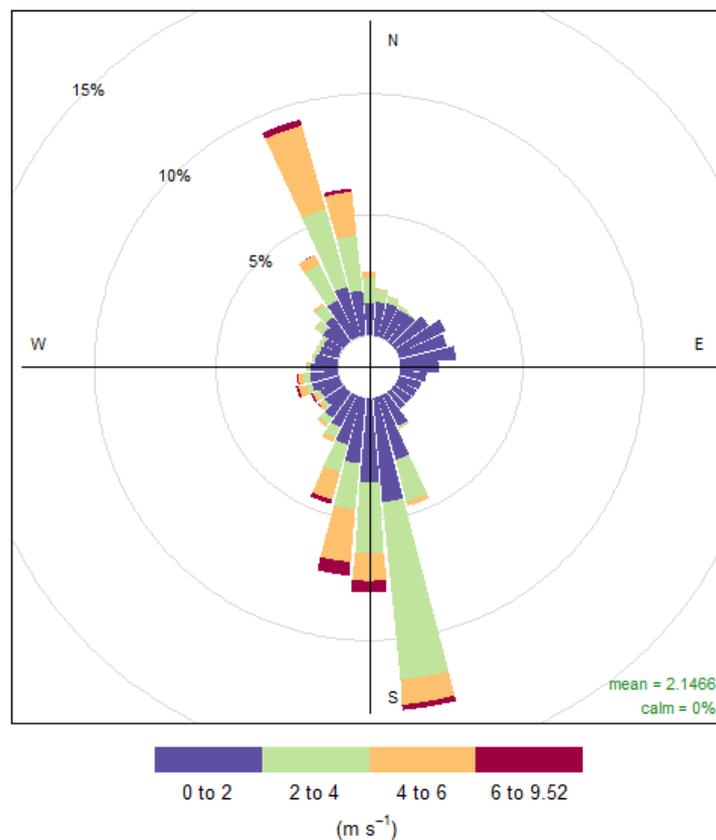


Figure 12. Rose des vents par classe des vents dans la zone d'étude durant la période du 13 novembre 2023 au 12 décembre 2023

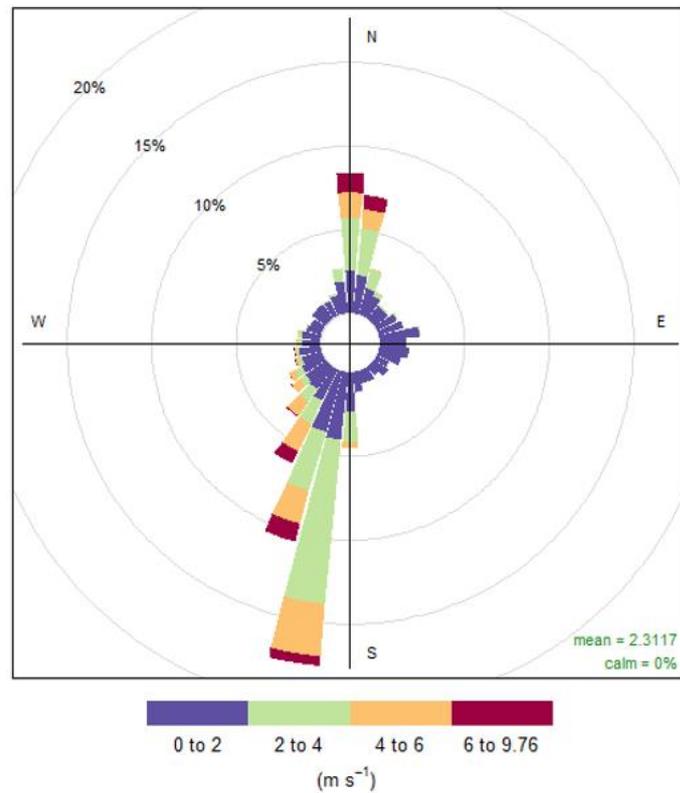


Figure 13. Rose des vents par classe des vents dans la zone d'étude durant la période du 29 février 2024 au 1er mars 2024

Ces conditions de vents sont assez représentatives des conditions globales observées dans la zone d'étude sur la période de 2021-2023, dont la rose des vents est présentée ci-après.

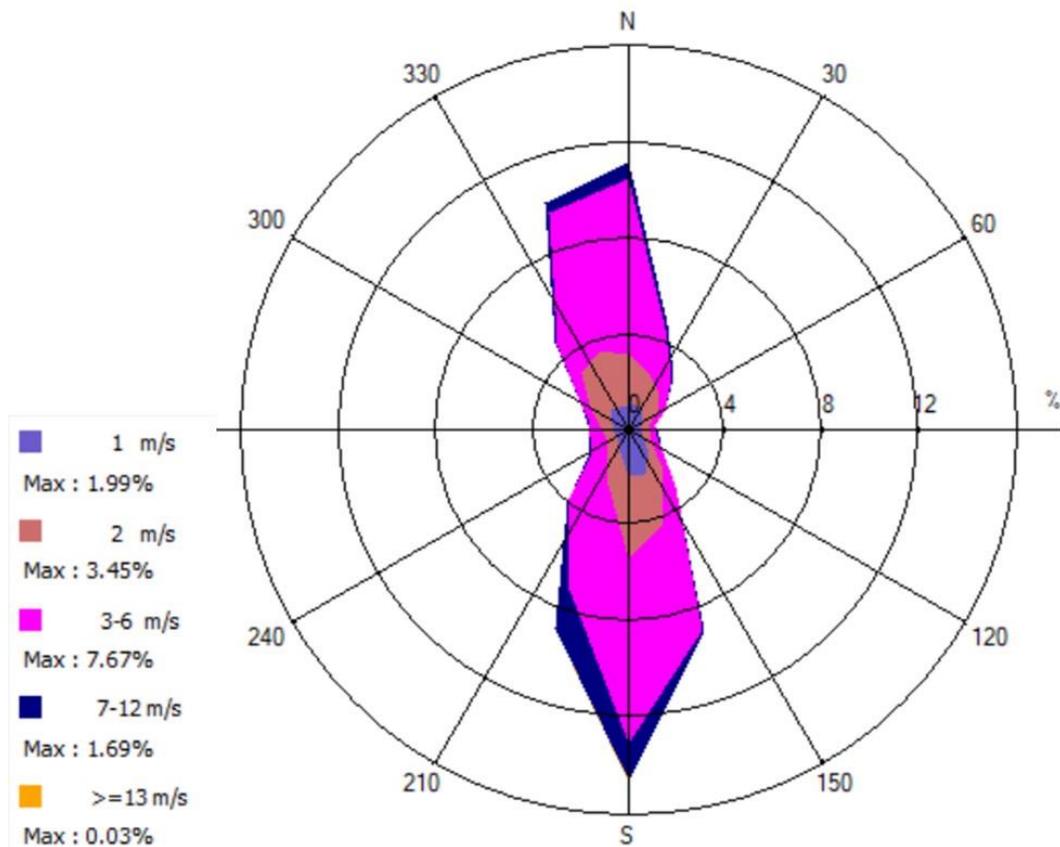


Figure 14. Rose des vents par classes de vitesses – Période 2021-2023

- ⇒ Les conditions de vents durant les campagnes de mesure sont donc assez représentatives des conditions généralement observées dans la zone d'étude.
- ⇒ Les points de mesures qui ont été potentiellement les plus exposés sont les point P1, P2 (au sud du site) et P4, P5 (au nord du site).

8.6 Résultats des analyses

Pour mémoire, les points T1 et T2 sont des points témoins.

8.6.1 Concentrations atmosphériques

Le Tableau 16 présente, pour les différentes substances recherchées, les résultats des mesures d'air ambiant (mesures actives et passives selon les composés recherchés) aux niveaux des points étudiés, et pour chacune des deux campagnes de mesures (et ce, aussi bien pour les mesures actives que passives).

Les concentrations moyennes obtenues sur les deux campagnes de mesures sont présentées sous forme d'un diagramme en Figure 15. Cette figure ne présente pas le chrome VI car les concentrations mesurées sont trop faibles pour y apparaître.

Les concentrations moyennes présentées en Tableau 16 et en Figure 15 intègrent la limite de quantification (LQ) associée à la mesure. En effet, Si celle-ci n'est pas atteinte, la concentration exploitée correspond à **la moitié de la limite de quantification (LQ)**. La démarche retenue est similaire pour les mesures actives et passives. Attention toutefois, les LQ indiquées en dernière colonne du Tableau 16 correspondent à des LQ classique qui peuvent évoluer à la marge en fonction des autres paramètres d'analyse (c'est la raison pour laquelle certaines concentrations apparaissent un peu inférieures à la moitié de la LQ). Dans le cas présent, les LQ fournies par le métrologue ont été considérées. Les concentrations déduites de la LQ sont présentées en italique en Tableau 16.

Il paraît important de préciser que pour l'ensemble des métaux mesurés par prélèvement actif, la limite de quantification n'est jamais dépassée ou même atteinte. Cela induit l'utilisation des limites de quantification susceptibles de surestimer sensiblement les concentrations réelles.

Concernant les prélèvements passifs, la limite de quantification est atteinte pour le NO₂ et pour le SO₂ uniquement. **Cette observation signifie que les concentrations appréhendées dans le cadre de cette IEM majorent la réalité exceptée pour le NO₂ et le SO₂**. L'importance de la majoration ne peut pas être quantifiée.

Avec :

nd : non disponible car non mesuré

*campagne 1 de novembre 2023

**campagne 2 de février 2024

Tableau 16 : Bilan des mesures actives et passives dans l'air (unité : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Substance	T1	T2	P1	P2	P3	P4	P5	P6	LQ
HCl - C 1*	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00
HCl - C 2**	0,59	0,46	0,47	0,47	0,46	0,46	0,47	0,46	1,00
moyenne	0,54	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	1,00
HF - C 1	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,16
HF - C 2	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,07
moyenne	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07-0,16
NO ₂ - C 1	18,165	9,15	16,065	12,29	17,25	17,195	13,98	17,7	1,00
NO ₂ - C 2	10,25	7	11,25	9,9	11,2	13,45	11,5	11,45	1,00
moyenne	14,20	8,08	13,66	11,10	14,2	15,32	12,74	14,58	1,00
SO ₂ - C 1	0,50	0,24	19,64	0,53	0,25	0,40	0,30	0,93	0,30
SO ₂ - C 2	0,1575	0,175	0,33	0,47	0,29	0,795	0,47	0,20	0,30
moyenne	0,33	0,21	1,00	0,50	0,27	0,60	0,38	0,56	0,30
Arsenic - C 1	nd	0,16	nd	0,19	nd	0,14	nd	nd	0,35
Arsenic - C 2	nd	0,10	nd	0,22	nd	0,20	nd	nd	0,35
moyenne	nd	0,18	nd	0,20		0,17	nd	nd	0,35
Cadmium - C 1	nd	0,07	nd	0,07	nd	0,06	nd	nd	0,15
Cadmium - C 2	nd	0,08	nd	0,09	nd	0,08	nd	nd	0,15
Cadmium - moyenne	nd	0,07	nd	0,08	nd	0,07	nd	nd	0,15

Substance	T1	T2	P1	P2	P3	P4	P5	P6	LQ*
Cobalt - C 1	nd	0,07	nd	0,07	nd	0,06	nd	nd	0,15
Cobalt - C 2	nd	0,08	nd	0,09	nd	0,08	nd	nd	0,15
Cobalt - moyenne	nd	0,07	Nd	0,08	nd	0,07	nd	nd	0,15
Nickel - C 1	nd	0,65	Nd	0,74	nd	0,56	nd	nd	1,30
Nickel - C 2	nd	0,80	Nd	0,87	nd	0,81	nd	nd	1,30
Nickel - moyenne	nd	0,72	Nd	0,81	nd	0,68	nd	nd	1,30
Plomb - C 1	nd	0,16	Nd	0,19	nd	0,14	nd	nd	0,30
Plomb - C 2	nd	0,20	Nd	0,22	nd	0,20	nd	nd	0,30
Plomb - moyenne	nd	0,18	nd	0,20	nd	0,17	nd	nd	0,30
Sélénium - C 1	nd	0,16	Nd	0,19	nd	0,14	nd	nd	0,35
Sélénium - C 2	nd	0,20	nd	0,22	nd	0,20	nd	nd	0,35
Sélénium - moyenne	nd	0,18	nd	0,20	nd	0,17	nd	nd	0,35
PM2,5 - C 1	nd	7,45	nd	6,00	nd	7,00	nd	nd	1
PM2,5 - C 2	nd	10,36	nd	12,80	nd	7,16	nd	nd	1
PM10 - C 1	nd	10,18	nd	8,10	nd	9,54	nd	nd	1
PM10 - C 2	nd	14,27	nd	17,24	nd	9,78	nd	nd	1
PM10 - moyenne	nd	12,23	nd	12,67	nd	9,66	nd	nd	1
Chrome VI - C1	0	0,03	0	0,04	0	0,03	0	0	0,05
Chrome VI - C2	0	0,02	0	0,03	0	0,02	0	0	0,05
CrVI - moyenne	0	0,03	0	0,03	0,00	0,03	0	0	0,05

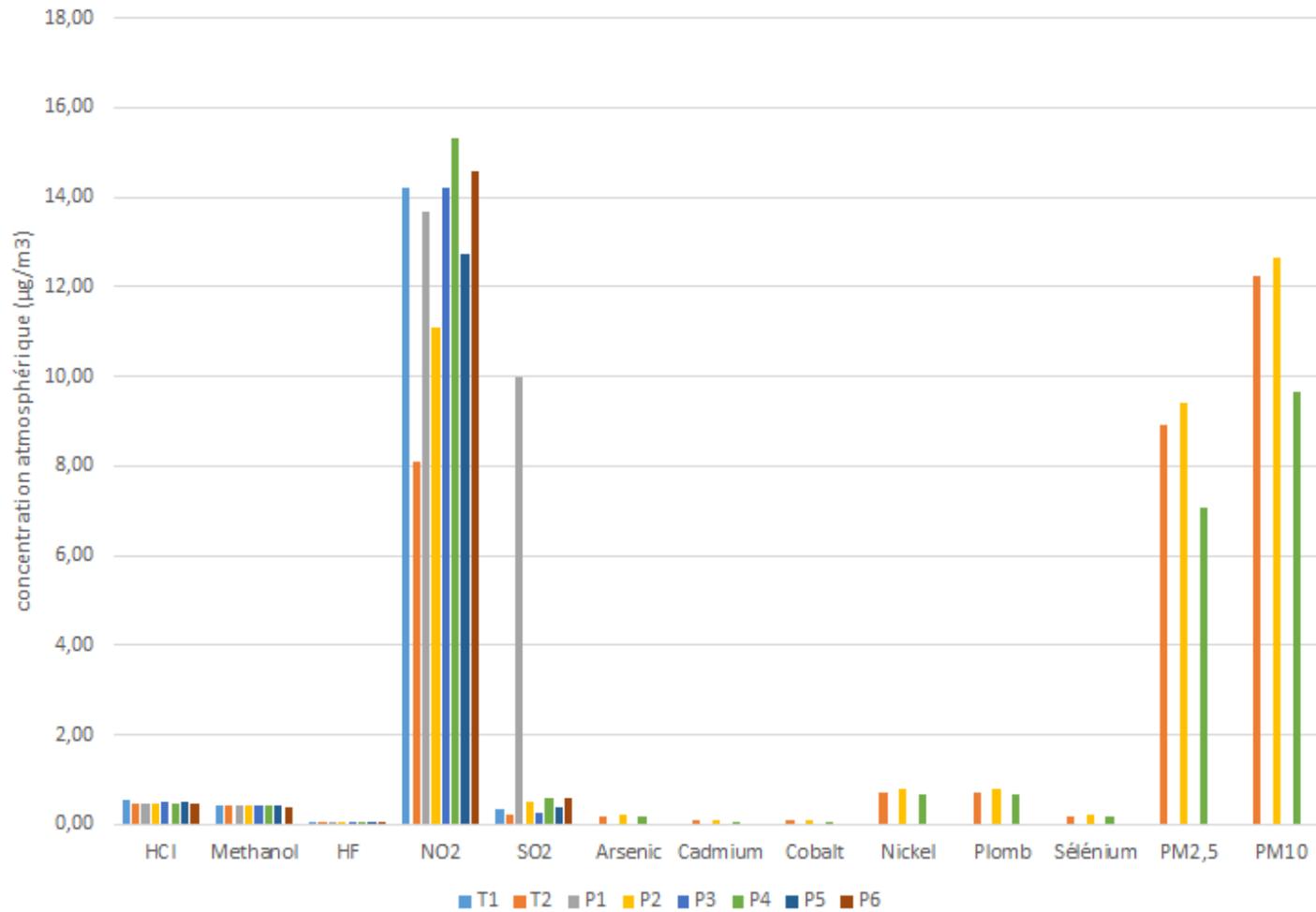


Figure 15 : Concentrations atmosphériques mesurées aux stations retenues ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

8.6.2 Retombées atmosphériques (dépôts)

Le Tableau 17 présente les résultats des mesures des jauges aux niveaux des points étudiés. Ces dépôts intègrent les fractions solubles et insolubles des métaux. Un dépôts moyen est estimé en moyennant les dépôts obtenus pour les deux campagnes de mesures.

A l'image des concentrations mesurées dans l'air, un dépôt égal à la moitié de la limite de quantification est retenu lorsque la limite de quantification n'est pas atteinte.

Il paraît important de préciser que la limite de quantification n'est pas atteinte pour la majeure partie des mesures.

Les dépôts moyens estimés sur la base des dépôts mesurées aux deux campagnes de mesures sont également présentés en Figure 16. Les valeurs en italiques correspondent aux composés pour lesquels les dépôts ne dépassaient pas la limite de quantification.

Tableau 17 : Bilan des mesures de dépôts atmosphériques (unité : $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)

Substance campagne	T2	P2	P3	P4	P5	P6
Arsenic C1	0,36	0,62	0,49	0,50	0,44	0,36
Arsenic C2	0,41	2,08	0,99	3,61	0,67	0,58
Arsenic moy	0,38	1,35	0,74	2,05	0,56	0,47
Cadmium C1	0,27	0,31	0,33	0,33	0,30	0,27
Cadmium C2	0,16	0,17	0,18	0,21	0,18	0,16
Cadmium Moy	0,22	0,24	0,25	0,27	0,24	0,21
Chrome C1	1,93	7,12	3,53	2,79	2,11	6,26
Chrome C2	0,41	0,41	0,44	0,53	1,17	0,39
Chrome Moy	1,17	3,76	1,98	1,66	1,64	3,33
Chrome VI C1	0,55	0,51	0,55	0,55	0,49	0,55
Chrome VI C2	0,27	0,27	0,29	0,35	0,30	0,26
Chrome VI Moy	0,41	0,39	0,42	0,45	0,40	0,40
Cobalt C1	0,34	0,43	0,55	0,98	0,47	0,63
Cobalt C2	0,25	0,17	0,05	0,21	0,42	0,16
Cobalt Moy	0,30	0,30	0,30	0,60	0,45	0,39
Mercuré C1	0,24	0,25	0,26	0,26	0,24	0,24
Mercuré C2	0,13	0,13	0,14	0,17	0,15	0,12
Mercuré Moy	0,19	0,19	0,20	0,22	0,19	0,18



OI Veauche (42)
Evaluation des Risques Sanitaires et Interprétation de l'Etat des Milieux

Substance campagne	T2	P2	P3	P4	P5	P6
Nickel C1	4,94	20,58	10,36	6,42	2,94	14,87
Nickel C2	1,64	1,63	1,75	2,12	1,82	1,55
Nickel Moy	3,29	11,11	6,06	4,27	2,38	8,21
Plomb C1	1,15	2,21	0,82	2,00	1,40	1,70
Plomb C2	0,77	1,97	2,18	4,69	1,53	0,60
Moy	0,96	2,09	1,50	3,35	1,47	1,15
<i>Selenium C1</i>	<i>0,82</i>	<i>1,03</i>	<i>1,09</i>	<i>1,10</i>	<i>0,98</i>	<i>0,82</i>
<i>Selenium C2</i>	<i>0,55</i>	<i>0,54</i>	<i>0,58</i>	<i>0,71</i>	<i>0,60</i>	<i>0,52</i>
Selenium Moy	0,68	0,78	0,84	0,90	0,79	0,67

nd : non disponible car non mesuré

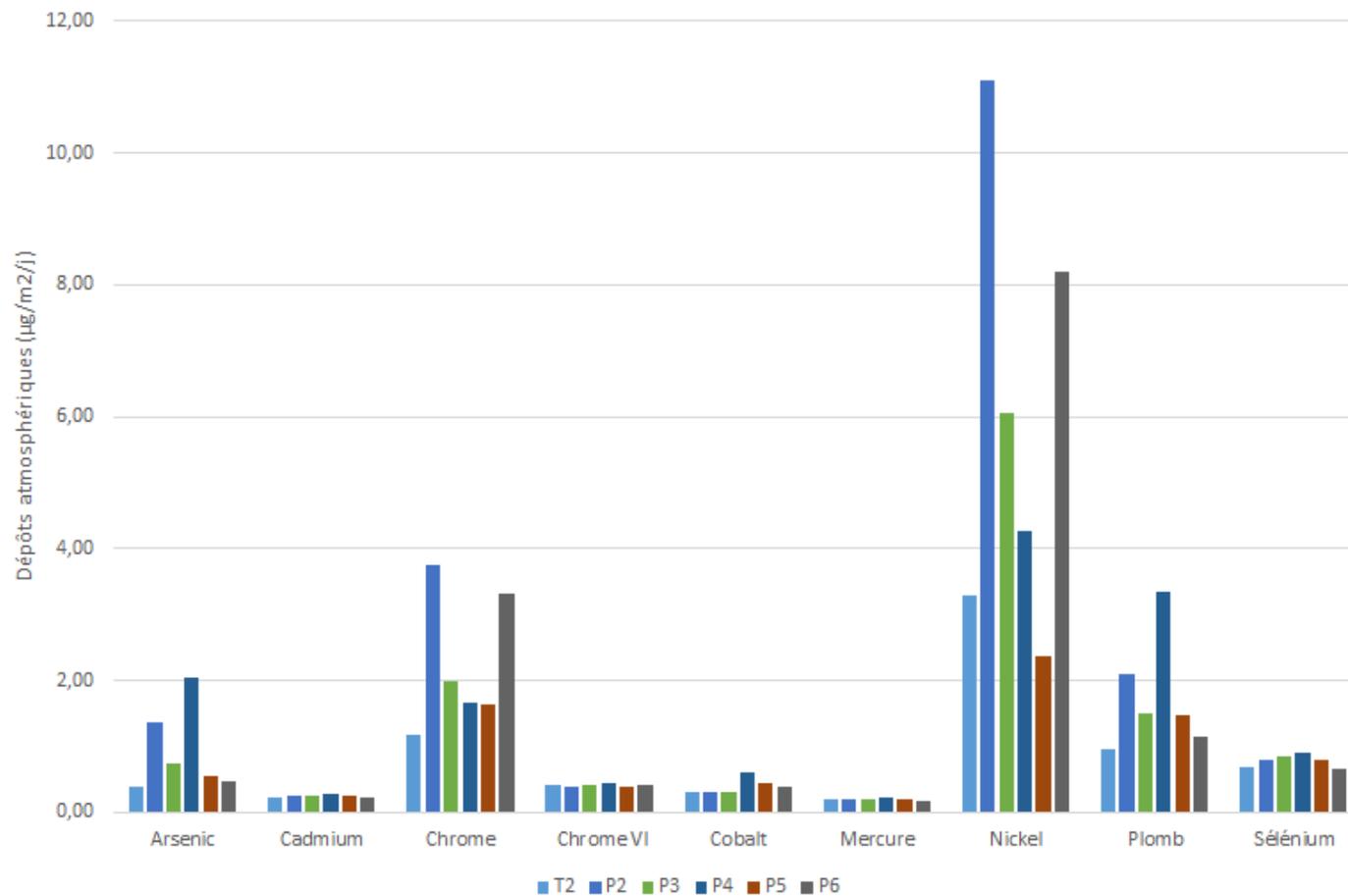


Figure 16 : Dépôts atmosphériques moyens mesurés sur les deux campagnes de mesures au niveau des 6 points de mesures retenus (µg/m²/j)

8.7 Interprétation des résultats de mesure

L'approche est conforme au guide sur la *Démarche d'Interprétation de l'État des Milieux*, ministère de l'Environnement, 2007.

L'interprétation des résultats est réalisée :

- Par comparaison des résultats de mesures des différents points entre eux pour évaluer si des points sont sous influence de sources d'émission ;
- Par comparaison des résultats mesurés avec les valeurs de référence de qualité de l'air pour mener l'interprétation de l'état du milieu air et évaluer s'il est compatible avec la présence de travailleurs (activités voisines) et de riverains.

À défaut de valeur de référence, la compatibilité des milieux est évaluée par une quantification partielle des risques. Il s'agit de comparer la concentration d'exposition avec la ou les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) chronique pour l'exposition par inhalation, conformément à la Grille IEM.

Les VTR sont retenues conformément à la *Note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/14 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations*.

8.7.1 Interprétation des résultats pour la matrice air ambiant

Pour la matrice air ambiant, l'IEM est réalisée par comparaison des concentrations dans l'air mesurées au niveau des points de prélèvements aux valeurs de référence pour la qualité de l'air lorsque ces valeurs sont disponibles. Il s'agit de :

- Objectifs de qualité, valeurs limite et valeurs cibles pour une année civile (exposition chronique) issues du Code de l'Environnement lorsque ces données sont disponibles.
- Des valeurs guides élaborées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

Lorsque la valeur mesurée est inférieure à la valeur de référence, l'état des milieux est compatible avec les usages.

À défaut de données réglementaires ou guide, l'IEM est réalisée par la mise en place d'une grille IEM. La démarche suivie est celle proposée par le Ministère de l'environnement dans le document « L'interprétation de l'état des milieux - Description - Grille de calcul, 2007 ». Cette démarche permet de calculer, à partir des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR), des indices de risques (Quotients de Danger ou QD) pour les effets à seuil et les Excès de Risques Individuels (ERI) pour les effets sans seuil.

Les valeurs repères permettant de juger de l'acceptabilité des risques sont les suivantes pour chaque cas de figure :

Cas 1 :

- $QD < 0,2$
- $ERI < 10^{-6}$
 - ⇒ L'état des milieux est compatible avec les usages.

Cas 2 :

- QD entre 0,2 et 5
- ERI entre 10^{-6} et 10^{-4}
 - ⇒ Milieu vulnérable : zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie.

Cas 3 :

- QD > 5
- ERI > 10⁻⁴
 - ⇒ Milieu vulnérable : l'état des milieux n'est pas compatible avec les usages.

8.7.1.1 Oxydes d'azote (NO₂)

Le graphique ci-dessous présente les valeurs mesurées aux points d'échantillonnage durant les deux campagnes de mesure :

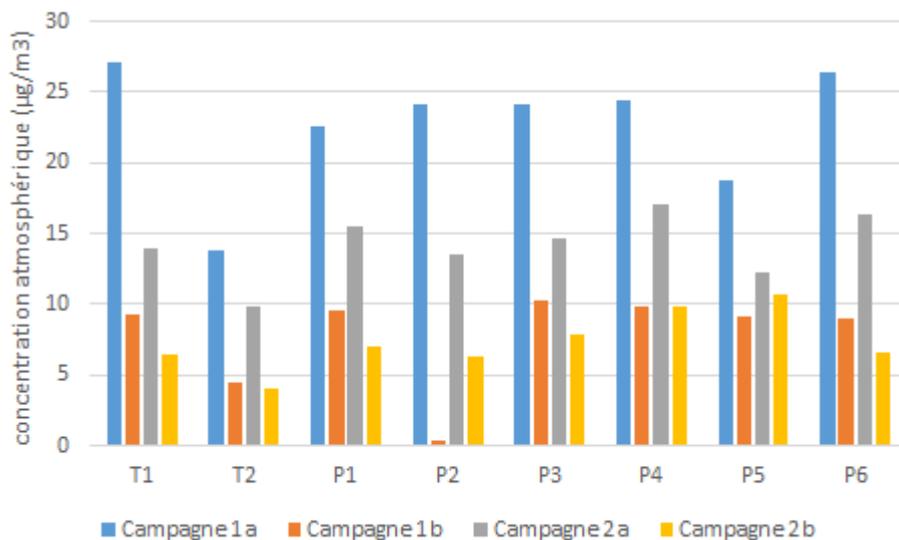


Figure 17 : Concentrations mesurées en dioxyde d'azote

Il est observé :

- Les valeurs mesurées les plus élevées correspondent à celles mesurées pendant la campagne 1a, c'est-à-dire aux concentrations mesurées du 13 au 28 novembre 2023.
- Pour une campagne donnée, les concentrations atmosphériques mesurées présentent des ordres de grandeurs similaires pour la globalité des points de mesure, y compris au niveau des points de référence. **Les résultats pour les oxydes d'azote (NO₂) ne mettent pas en évidence de dégradation du milieu liée à l'activité actuelle du site.**

Le dioxyde d'azote dispose de valeurs réglementaires et guide suivantes :

- **Objectif de qualité de l'air / valeur limite pour la protection de la santé humaine pour une année civile** : 40 µg/m³.
 - **Recommandation de l'OMS en moyenne annuelle** : 10 µg/m³.
- ⇒ Pour les deux campagnes de mesure réalisées et pour la totalité des points de mesure, les valeurs sont inférieures aux valeurs réglementaires établies dans le Code de l'Environnement. Notons toutefois qu'une partie des valeurs mesurées sont supérieures à la recommandation de l'OMS en moyenne annuelle. Les périodes de dépassement de la valeur guide recommandée par l'OMS correspondent à celles mesurées du 13 au 28 novembre 2023 et aussi du 29 janvier au 15 février 2024, mais lors de ces périodes, les concentrations

mesurées sous influence du site sont du même ordre de grandeur que les concentrations mesurées au niveau des points témoins.

L'état du milieu air vis-à-vis des oxydes d'azote (assimilés au NO₂) est donc compatible avec les usages identifiés dans la zone d'étude (présence d'habitations, écoles, commerces et entreprises).

8.7.1.2 Poussières PM₁₀

Le graphique ci-dessous présente les valeurs mesurées aux points d'échantillonnage T1, T2, P2 et P4 durant les deux campagnes de mesure :

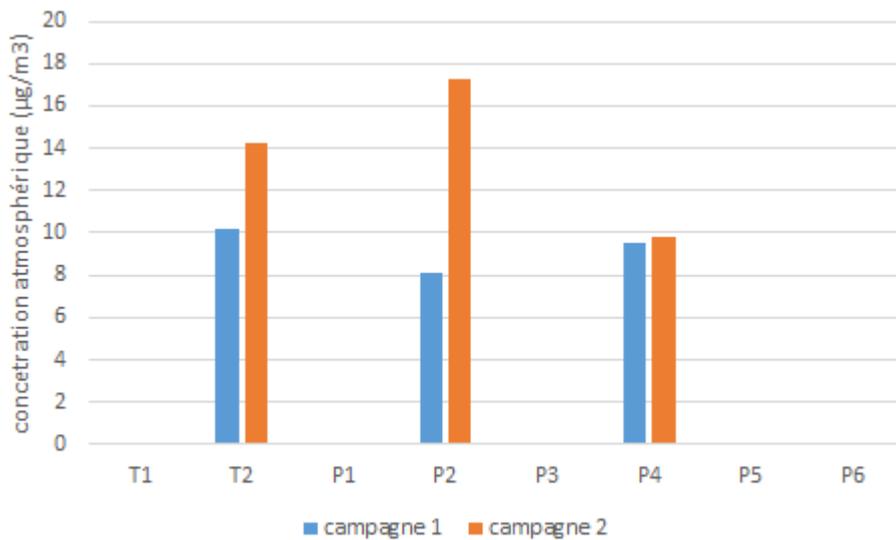


Figure 18 : Concentrations atmosphériques mesurées en PM₁₀ pendant les deux campagnes de mesures

Il est observé :

- Les valeurs mesurées les plus élevées correspondent à celles mesurées pendant la seconde campagne de mesure, c'est-à-dire aux concentrations mesurées en février 2024.
- Les concentrations atmosphériques mesurées sous influence du site présentent des ordres de grandeurs similaires aux concentrations atmosphériques mesurées aux points de référence. **Les résultats pour les poussières (PM₁₀) ne mettent pas en évidence de dégradation du milieu liée à l'activité actuelle du site.**

Les PM₁₀ disposent de valeurs réglementaires et guide suivantes :

- **Objectif de qualité de l'air / valeur limite pour la protection de la santé humaine pour une année civile** : 40 µg/m³.
 - **Recommandation de l'OMS en moyenne annuelle** : 15 µg/m³.
- ⇒ Pour les deux campagnes de mesure réalisées et pour la totalité des points de mesure, les valeurs obtenues sont inférieures aux valeurs réglementaires établies dans le Code de l'Environnement. Notons toutefois qu'une partie des valeurs mesurées est supérieure à la

recommandation de l'OMS en moyenne annuelle. Les périodes de dépassement de la valeur guide recommandée par l'OMS correspondent à celles mesurées en février 2024.

L'état du milieu air vis-à-vis des PM₁₀ est donc compatible avec les usages identifiés dans la zone d'étude (présence d'habitations, écoles, commerces et entreprises).

8.7.1.3 Poussières PM_{2,5}

Le graphique ci-dessous présente les valeurs mesurées aux points d'échantillonnage T2, P2 et P4 durant les deux campagnes de mesure :

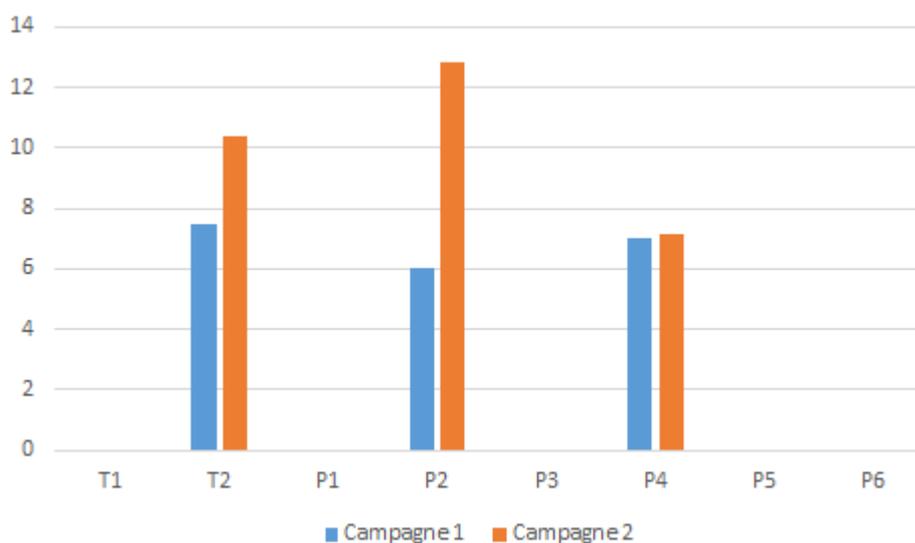


Figure 19 : Concentrations atmosphériques mesurées en PM_{2,5} pendant les deux campagnes de mesures

Il est observé :

- les valeurs mesurées les plus élevées en PM_{2,5} correspondent à celles mesurées pendant la seconde campagne de mesure, c'est-à-dire aux concentrations mesurées en février 2024.
- Les concentrations atmosphériques mesurées sous influence du site présentent des ordres de grandeurs similaires aux concentrations atmosphériques mesurées aux points de référence. **Les résultats pour les poussières (PM_{2,5}) ne mettent pas en évidence de dégradation du milieu liée à l'activité actuelle du site.**

Les PM_{2,5} disposent de valeurs réglementaires et guide suivantes :

- **Objectif de qualité de l'air / valeur limite pour la protection de la santé humaine pour une année civile** : 20 µg/m³.
 - **Recommandation de l'OMS en moyenne annuelle** : 5 µg/m³.
- ⇒ Pour les deux campagnes de mesure réalisées et pour la totalité des points de mesure, les valeurs sont inférieures aux valeurs réglementaires établies dans le Code de l'Environnement. Notons toutefois qu'une partie des valeurs mesurées est supérieure à la recommandation de l'OMS en moyenne annuelle. Les périodes de dépassement de la valeur guide recommandée par l'OMS correspondent à celles mesurées en février 2024, aux niveaux des points P2 et T2.

L'état du milieu air vis-à-vis des PM_{2,5} est donc compatible avec les usages identifiés dans la zone d'étude (présence d'habitations, écoles, commerces et entreprises).

8.7.1.4 Dioxyde de soufre (SO₂)

Le graphique ci-dessous présente les valeurs mesurées aux points d'échantillonnage durant les deux campagnes de mesure :

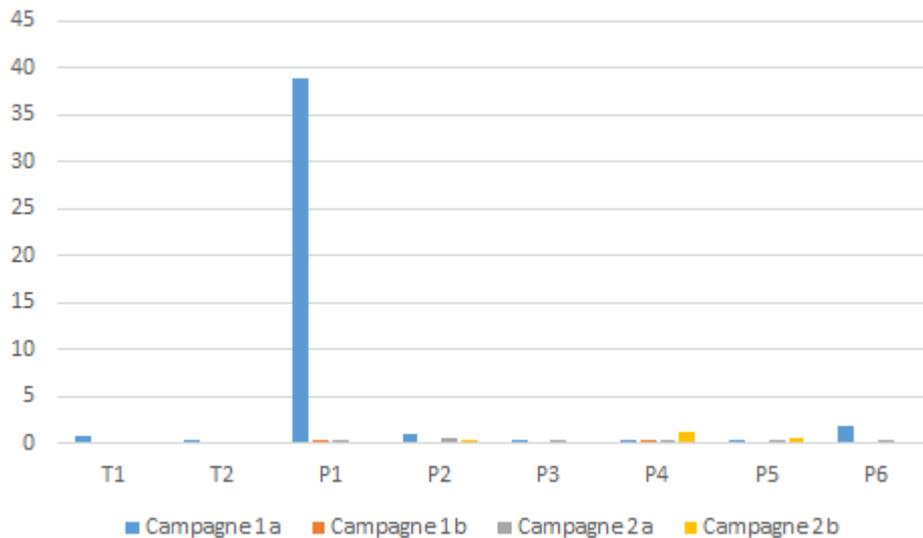


Figure 20 : concentration atmosphériques mesurées en SO₂ pendant les deux campagnes de mesures séparées en périodes de 14 jours (prélèvements passifs)

Il est observé :

- Les valeurs mesurées les plus élevées correspondent à celles mesurées pendant la campagne 1a, c'est-à-dire aux concentrations mesurées du 13 au 28 novembre 2023.
- Pour une même campagne, les points de mesure présentent des concentrations de même ordre de grandeurs pour les différents points de mesure, y compris au niveau des points de référence, excepté pour la concentration mesurée au droit du point P1 du 13 au 28 novembre. Notons que cette forte concentration mesurée au point P1 n'est pas corrélée par des concentrations élevées mesurées à proximité (au point P2, par exemple). Il semble que cette mesure soit liée à une source importante, mais ponctuelle dans le temps et dans l'espace (avec une très faible zone d'influence géographique) : elle n'est probablement pas liée aux émissions des cheminées des fours verriers.

Le dioxyde de soufre dispose de valeurs réglementaires et guide suivantes :

- **Objectif de qualité de l'air / valeur limite pour la protection de la santé humaine pour une année civile** : 50 µg/m³.
 - L'OMS ne propose pas de valeur guide annuelle, mais une valeur guide journalière de 20 µg/m³.
- ⇒ Pour les deux campagnes de mesure réalisées et pour la totalité des points de mesure, les valeurs sont inférieures à la valeur réglementaire établie dans le Code de l'Environnement.

Notons toutefois que la concentration mesurée du 13 au 28 novembre est supérieure à la recommandation de l'OMS en moyenne journalière.

L'état du milieu air vis-à-vis du SO₂ est donc compatible avec les usages identifiés dans la zone d'étude (présence d'habitations, écoles, commerces et entreprises).

8.7.1.5 Plomb

Le graphique ci-dessous présente les valeurs mesurées aux points d'échantillonnage durant les deux campagnes de mesure :

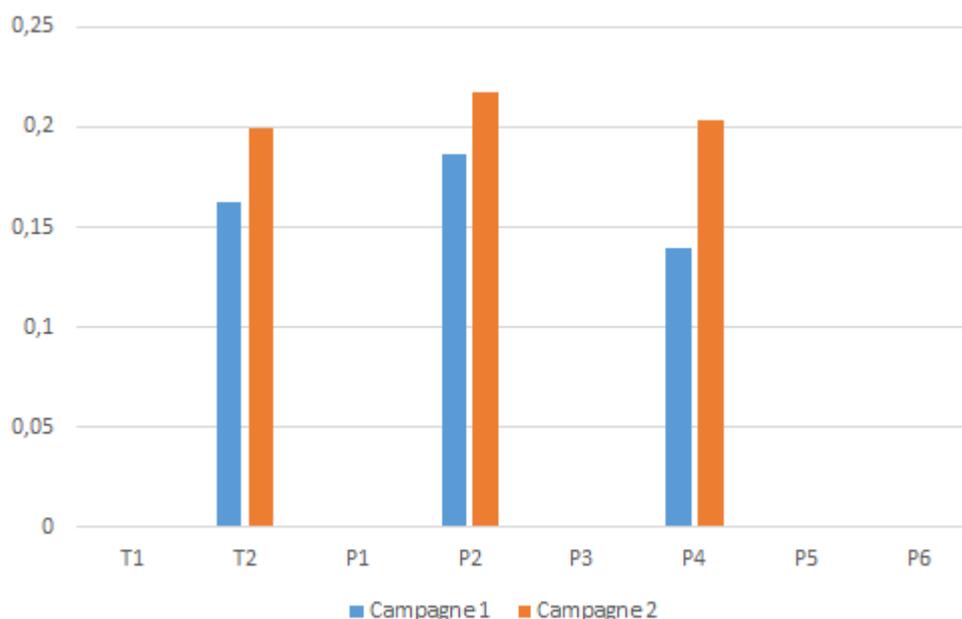


Figure 21 : Concentrations atmosphériques mesurées en plomb pendant les deux campagnes de mesures séparées en périodes de 14 jours (prélèvements actifs)

Il est observé :

- Les valeurs mesurées sont similaires entre les deux campagnes de mesures, bien que des valeurs légèrement plus élevées sont obtenues pour la campagne 2 de février 2024.
- Les concentrations atmosphériques mesurées sous influence du site présentent des ordres de grandeurs similaires aux concentrations atmosphériques mesurées au point de référence. **Les résultats pour le plomb ne mettent pas en évidence de dégradation du milieu liée à l'activité actuelle du site.**

Le plomb dispose de valeurs réglementaires et guide suivantes :

- **Objectif de qualité de l'air / valeur limite pour la protection de la santé humaine pour une année civile** : 0,5 µg/m³. Un objectif de qualité à 0,25 µg/m³ est également indiqué dans la réglementation.
 - L'OMS ne propose pas de valeur guide annuelle pour le plomb.
- ⇒ Pour les deux campagnes de mesure réalisées et pour la totalité des points de mesure, les valeurs sont inférieures à la valeur limite établie dans le Code de l'Environnement.

⇒ **L'état du milieu air vis-à-vis du plomb est donc compatible avec les usages identifiés dans la zone d'étude (présence d'habitations, écoles, commerces et entreprises).**

8.7.1.6 Arsenic, Cadmium et Nickel

Les concentrations mesurées en ces substances sont principalement déduite des limites de quantification dans (la moitié de la LQ celles-ci dans selon la méthodologie appliquée cf. Tableau 16) la mesure où elles restaient en deçà de ces limites.

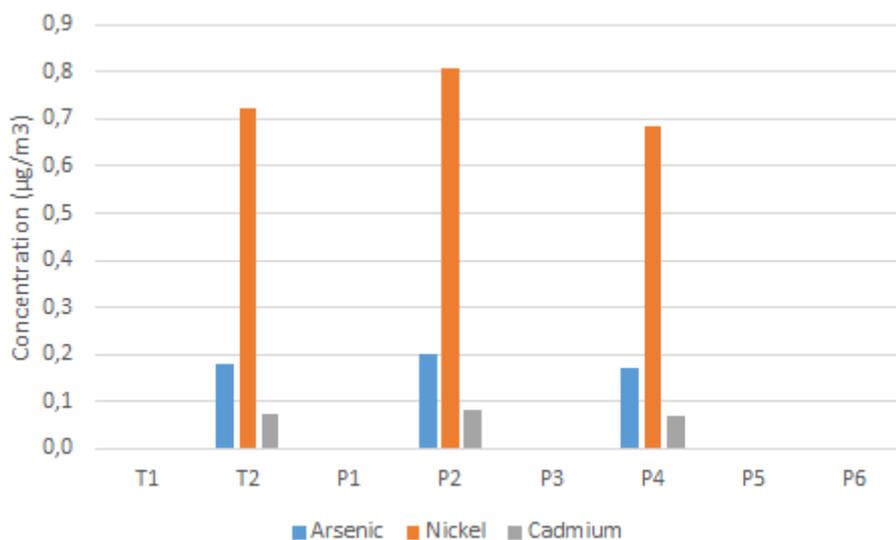


Figure 22 : concentrations mesurées en Arsenic, nickel et cadmium

Il est observé :

- Les valeurs mesurées sont similaires entre les deux campagnes de mesures, bien que des valeurs légèrement plus élevées sont obtenues pour la campagne 2 de février 2024.
- Les concentrations atmosphériques mesurées sous influence du site présentent des ordres de grandeurs similaires aux concentrations atmosphériques mesurées au point de référence. **Les résultats pour le plomb, l'arsenic et le cadmium ne mettent pas en évidence de dégradation du milieu liée à l'activité actuelle du site.**

Comme pour le plomb, l'arsenic, le nickel et le cadmium disposent de valeurs cibles recommandées par la réglementation :

- **Valeur cible pour la qualité de l'air / pour une année civile :**
 - 6 ng/m³. Pour l'arsenic
 - 5 ng/m³ pour le cadmium
 - 20 ng/m³ pour le nickel
 - L'OMS ne propose pas de valeur guide annuelle pour ces composés.
- ⇒ Pour les deux campagnes de mesure réalisées et pour la totalité des points de mesure, les valeurs sont supérieures à la valeur cible établie dans le Code de l'Environnement. Ce

dépassement est directement lié à la limite de quantification trop élevée. Ce dépassement ne peut pas être considéré comme effectif avec les informations disponibles.

⇒ **L'état du milieu air vis-à-vis de l'arsenic, du cadmium et du nickel ne peut pas être caractérisé vis-à-vis des usages recensés.**

8.7.1.7 Autres substances

Les autres substances mesurées dans l'air ambiant ne disposent pas de valeurs de gestion permettant d'apprécier les résultats de mesures obtenus, et de déterminer si elles sont compatibles avec les usages recensés. Dans ce cas, la méthodologie suggérée par l'INERIS consiste à observer des écarts entre les différents points de mesures et à calculer des risques simplifiés par le biais de la grille IEM recommandées par l'INERIS et l'ADEME.

La première étape de l'IEM consiste toutefois à identifier une dégradation potentielle entre les points d'impact et les témoins. Pour cela, la figure suivante présente graphiquement les résultats obtenus (lorsqu'ils ont été mesurés) :

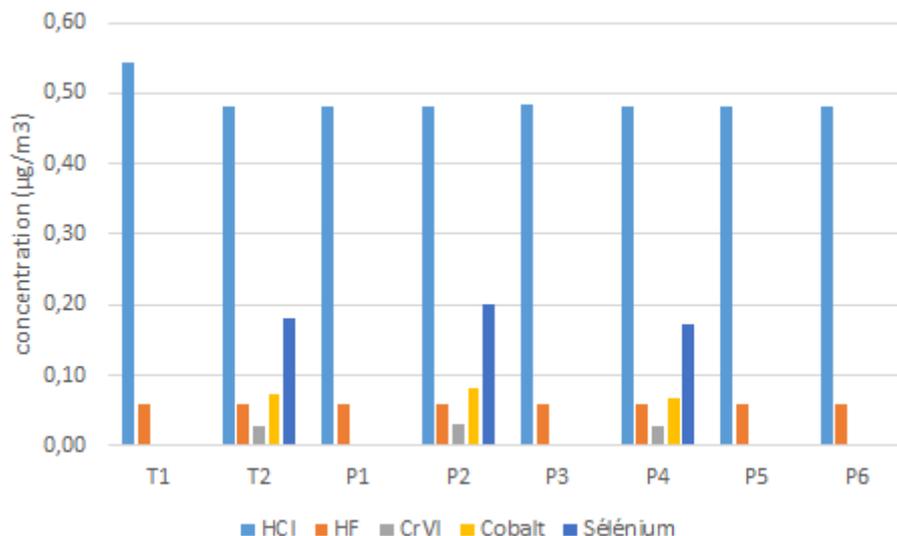


Figure 23 : concentrations mesurées en HCl, HF, CrVI, Cobalt et Sélénium

Il est observé :

- Les valeurs mesurées sont similaires entre les deux campagnes de mesures, bien que des valeurs légèrement plus élevées sont obtenues pour la campagne 2 de février 2024.
- Les concentrations atmosphériques mesurées sous influence du site présentent des ordres de grandeurs similaires aux concentrations atmosphériques mesurées au point de référence. **Les résultats pour le HCl, HF, Chrome VI, cobalt et Sélénium ne mettent pas en évidence de dégradation du milieu liée à l'activité actuelle du site.**

Dans la mesure où ces composés ne disposent pas de valeur de gestion prescrite dans la réglementation, la réalisation d'une grille IEM pour le calcul simplifié des risques associés à ces substances est présenté dans les figures ci-dessous. Les VTR considérées sont celles déjà identifiées au *Tableau 14*.

Les figures ci-dessous présentent les grille IEM permettant le calcul simplifié des risques à partir des concentrations mesurées en substances :

Voie d'exposition unique : Inhalation										
Grille de calcul IEM V0										
Facteurs de l'équation :	Csi	Cse	Ti	Te	T	Ef	Tm	VTR		
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 intérieur	Concentration de la substance dans l'air extérieur	Temps journalier passé à l'intérieur	Temps journalier passé à l'extérieur	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilée à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	heure	heure	année	jour	an	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	
Paramètres du scénario	0	6,00E-02	0	24	30	356	70	14	np	
HF	Donnée du diagnostic	Données issues de bases de données ou d'enquêtes de terrain					Quotient de danger :		4,3E-03	
						Excès de risque individuel : np				

Figure 24. Grille IEM HF Exposition par inhalation

Voie d'exposition unique : Inhalation										
Grille de calcul IEM V0										
Facteurs de l'équation :	Csi	Cse	Ti	Te	T	Ef	Tm	VTR		
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 intérieur	Concentration de la substance dans l'air extérieur	Temps journalier passé à l'intérieur	Temps journalier passé à l'extérieur	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	heure	heure	année	jour	an	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	
Paramètres du scénario	0	5,40E-01	0	24	30	356	70	20	np	
HCl	Donnée du diagnostic	Données issues de bases de données ou d'enquêtes de terrain					Quotient de danger : 2,7E-02 Excès de risque individuel : np			

Figure 25. Grille IEM HCl Exposition par inhalation

Voie d'exposition unique : Inhalation										
Grille de calcul IEM V0										
Facteurs de l'équation :	Csi	Cse	Ti	Te	T	Ef	Tm	VTR		
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 intérieur	Concentration de la substance dans l'air extérieur	Temps journalier passé à l'intérieur	Temps journalier passé à l'extérieur	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	heure	heure	année	jour	an	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	
Paramètres du scénario	0	8,00E-02	0	24	30	356	70	0,1	7,70E-03	
Cobalt	Donnée du diagnostic	Données issues de bases de données ou d'enquêtes de terrain					Quotient de danger : 8,0E-01 Excès de risque individuel : 2,6E-04			

Figure 26. Grille IEM Cobalt Exposition par inhalation

Voie d'exposition unique : Inhalation										
Grille de calcul IEM V0										
Facteurs de l'équation :	Csi	Cse	Ti	Te	T	Ef	Tm	VTR		
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 intérieur	Concentration de la substance dans l'air extérieur	Temps journalier passé à l'intérieur	Temps journalier passé à l'extérieur	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	heure	heure	année	jour	an	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	
Paramètres du scénario	0	2,00E-01	0	24	30	356	70	20	np	
Sélénium	Donnée du diagnostic	Données issues de bases de données ou d'enquêtes de terrain					Quotient de danger : 1,0E-02		Excès de risque individuel : np	

Figure 27. Grille IEM Sélénium Exposition par inhalation

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 intérieur	Concentration de la substance dans l'air extérieur	Temps journalier passé à l'intérieur	Temps journalier passé à l'extérieur	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	heure	heure	année	jour	an	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	
Paramètres du scénario	0	3,00E-02	0	24	30	356	70	0,3	4,00E-02	
Chrome VI	Donnée du diagnostic	Données issues de bases de données ou d'enquêtes de terrain					Quotient de danger : 1,0E-01		Excès de risque individuel : 5,1E-04	

Figure 28. Grille IEM Chrome VI Exposition par inhalation

Les grilles IEM réalisées pour le chrome VI et le cobalt présentent des gammes de niveaux de risques (QD et ERI) semblant nécessiter une analyse plus approfondie selon la méthodologie de l'INERIS. A noter toutefois que ces valeurs sont liées à la prise en compte des limites de quantification dans la mesure où celles-ci n'étaient pas atteintes lors de la campagne de mesures pour une partie des substances recherchées. L'approche retenue a donc conduit à majorer les concentrations mesurées localement.

- ⇒ **Les concentrations atmosphériques mesurées pendant la campagne de mesures ne montrent pas de dégradation de l'environnement en raison des émissions générées par le site OI Veauche. Les polluants caractéristiques de la pollution atmosphériques apparaissent compatibles avec les usages. Pour certains composés toutefois, les seuils de quantification étant trop élevés, il n'est pas possible de conclure (arsenic, cadmium, nickel, chrome VI, cobalt).**

8.7.2 Matrice retombées (dépôts atmosphériques)

8.7.2.1 Démarche

Pour les dépôts atmosphériques mesurés par jauges, il n'y a pas de valeurs de référence réglementaires françaises. La pratique courante consiste à réaliser une interprétation du milieu en se basant sur les valeurs issues des réglementations :

- Allemande (TA LUFT), qui dispose de références pour les substances suivantes : Arsenic, Plomb, Cadmium, Nickel, Thallium, Mercure et le Zinc ;
- Le Suisse (OPAIR) ⁴, qui dispose d'une référence pour les substances suivantes : Cadmium, Plomb, Thallium, Zinc.

À défaut de valeur de référence pour les métaux, sont également pris en compte les niveaux de référence suivants issus du *Guide de surveillance de l'impact sur l'environnement des émissions atmosphériques des installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et de déchets d'activités de soins à risques infectieux (rapport d'étude N° DRC-13-136338-06193C)*. Il s'agit des niveaux des dépôts atmosphériques totaux métaux mesurés autour d'ICPE en France (1991 – 2012) – Décembre 2012 – réf. INERIS-DRC-12-120273-13816A. Les valeurs de référence prises en compte correspondent aux moyennes pour un environnement urbain.

Pour rappel, les résultats des mesures de dépôts atmosphériques pour les métaux aux points d'échantillonnage ont été présentés en Figure 16. Pour les échantillons dont les mesures ont été inférieures à la limite de quantification (LQ), les valeurs prises en compte correspondent à moitié des LQ respectives. Ces cas précis représentent la majorité des mesures effectuées sur site (entre 76 et 82% des mesures).

Tableau 18 : Part des mesures de dépôts inférieurs à la limite de quantification par point de mesure (%)

Campagne	T2	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Campagne 1	76,5%	0,0%	70,6%	76,5%	70,6%	76,5%	70,6%
Campagne 2	82,4%	0,0%	76,5%	82,4%	70,6%	76,5%	82,4%

L'ensemble des substances est concerné par des mesures n'atteignant pas la limite de quantification, excepté les fractions insolubles associées aux chrome, nickel, cobalt, plomb.

⁴ Source : https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1986/208_208_208/fr

Pour l'arsenic, le cadmium, le mercure et le sélénium, les dépôts atmosphériques reportés majoritent donc la réalité dans la mesure où ils ont été estimés sur la base de leur limite de quantification.

Il est possible de faire les observations suivantes :

- pour le cadmium, le chrome VI, le sélénium et le mercure, toutes les valeurs mesurées sont toujours inférieures aux Limites de Quantification (LQ) ;
- pour le chrome, seul les points P2 et P6 présentent des valeurs supérieures à la LQ ;
- pour le plomb, seuls les points de mesure P2 et P4 présentent une valeur supérieure à la LQ.
- les métaux les plus présents dans les dépôts sont le chrome, le nickel et le plomb, avec les valeurs les plus importantes mesurées au niveau des points P2 et P4.
- Le tableau ci-dessous présente les valeurs les plus élevées mesurées pour chaque paramètre et en fonction du point d'échantillonnage ainsi que les comparaisons aux valeurs repères.

Tableau 19 : Comparaison des dépôts mesurés avec les valeurs de référence disponibles

Paramètre	Valeur maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)	Points d'échantillonnage	Valeur repère ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)	Compatibilité vis-à-vis du milieu
As	<LQ, avec LQ comprise en entre 0,27 et 0,40	P2	4	Compatible
			Loi pour le maintien de la pureté de l'air » (TA Luft) du 24 juillet 2002 (norme Allemande)	
			1,33	
			Référence du guide INERIS rapport d'étude N° DRC-13-136338-06193C.	
Cd	<LQ, avec LQ comprise en entre 0,38 et 0,44	-	2	Compatible
			Loi pour le maintien de la pureté de l'air » (TA Luft) du 24 juillet 2002 (norme Allemande) et Valeur OPAIR (Suisse)	
			0,5	
			Référence du guide INERIS rapport d'étude N° DRC-13-136338-06193C.	
Cr	3,76	T2	4,6	Compatible
			Référence du guide INERIS rapport d'étude N° DRC-13-136338-06193C.	
Co	0,60	P4	Non disponible	-
Ni	11	P2	15	Compatible
			Loi pour le maintien de la pureté de l'air » (TA Luft) du 24 juillet 2002 (norme Allemande)	
			4	
Pb	3,35	P4	100	Compatible
			Loi pour le maintien de la pureté de l'air » (TA Luft) du 24 juillet 2002 (norme Allemande) et Valeur OPAIR (Suisse).	
			20	
Hg	<LQ, avec LQ	-	Référence du guide INERIS rapport d'étude N° DRC-13-136338-06193C.	Compatible
			1	

Paramètre	Valeur maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)	Points d'échantillonnage	Valeur repère ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)	Compatibilité vis-à-vis du milieu
	comprise en entre 0,08 et 0,4		Loi pour le maintien de la pureté de l'air » (TA Luft) du 24 juillet 2002 (norme Allemande) 0,12 Référence du guide INERIS rapport d'étude N° DRC-13-136338-06193C.	

Les teneurs mesurées sont toutes inférieures aux valeurs de référence (pour les métaux disposant de telles valeurs).

L'étude de l'occupation des sols au niveau des zones les plus impactées par les rejets atmosphériques du site indiquent la présence de zones urbanisées, terrains agricoles et des zones industrielles.

⇒ **Les retombées (dépôts atmosphériques) de métaux mesurés pendant la campagne de mesures sont compatibles avec les usages.**

8.8 Conclusion de l'interprétation de l'état du milieu

Pour l'ensemble des substances recherchées, aucune dégradation de l'environnement n'est identifiée (points d'impact autant exposés que les points témoins servant de référence).

Concernant les polluants réglementés, les concentrations mesurées sur le secteur d'étude respectent les valeurs de références réglementaires. Notons toutefois des dépassements des recommandations de l'OMS pour le dioxyde d'azote (NO_2) et les particules PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$, tout en restant du même ordre de grandeur excepté pour les $\text{PM}_{2.5}$. Pour une partie des composés recherchés dans l'air (arsenic, cadmium, nickel, chrome VI, cobalt), les limites métrologiques ne permettent pas de conclure, dans la mesure où les limites de quantification sont supérieures aux VTR ou aux valeurs cibles réglementaires disponibles.

En conclusion, le projet est situé dans une zone sensible pour la qualité de l'air du fait de la présence de diverses industries associées aux activités de l'agroalimentaire, au traitement des déchets ou la métallurgie. A noter également la présence d'un maillage de voies de circulation dense, caractéristique d'espaces urbanisés, et de zones d'habitations.

Cette sensibilité peut toutefois être qualifiée de mineure au regard des concentrations observées pour chaque paramètre qui restent très proches des objectifs de qualité et inférieures aux valeurs limites réglementaires.

9 Evaluation des risques sanitaires

Rappelons que cette évaluation est menée pour les émissions garanties à l'émission pour l'ensemble des polluants considérés (terme source majorant).

Dans ce paragraphe, nous présentons successivement :

- L'évaluation des dangers et la caractérisation de la relation dose-réponse des substances d'intérêt ;
- L'évaluation de l'exposition par la réalisation d'une modélisation de la dispersion atmosphérique ;
- Les voies d'exposition retenues ;
- Le choix des scénarios d'exposition ;

- La démarche de caractérisation du risque sanitaire ;
- L'évaluation des risques sanitaires des populations riveraines aux émissions attribuables aux installations OI de Veauche.

9.1 Evaluation des dangers et caractérisation de la relation dose-réponse

L'inventaire des substances et des agents rejetés, explicité au chapitre précédent, a permis d'identifier les principales substances susceptibles d'être émises.

L'objectif de ce chapitre est de présenter une synthèse des informations sur :

- Le potentiel de bioaccumulation, ... ;
- Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) avec les organes cibles (ou type d'effet) associés.

Notons que les toxiques peuvent être rangés en deux catégories en fonction de leur mécanisme d'action :

- Les toxiques à seuil, pour lesquels il existe des valeurs toxicologiques de référence en dessous desquelles l'exposition est réputée sans risque.
- Les toxiques sans seuil, pour lesquels il n'est pas possible de définir un niveau d'exposition sans risque pour la population. Pour ces produits, des excès unitaires de risque (ERU) sont fournis. Ils correspondent à une probabilité d'apparition de cancer.

Les Valeurs Toxicologiques de Références sont fournies pour les effets à seuil et pour les effets sans seuil.

Commentaire sur le choix des VTR pour l'évaluation des risques :

Les valeurs toxicologiques de référence ont été retenues conformément à la *Note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de détection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués.*

C'est-à-dire que ce sont les VTR construites par l'Anses qui seront retenues prioritairement. A défaut de valeur construite par l'Anses, ce sont les valeurs issues d'une sélection approfondies par une expertise nationale parmi les VTR disponibles qui seront ensuite retenues. Pour cela, ce sont les bases de données de l'ANSES et de l'INERIS (portail substance) qui ont été consultées.

Si l'expertise a été réalisée antérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente, alors ce sera la VTR la plus récente parmi les bases de données suivantes : US-EPA, ATSDR, ou OMS. A défaut de valeur recensée dans ces bases de données, c'est la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA qui sera retenue.

A défaut de VTR, nous avons indiqué et comparé les objectifs de qualité de l'air et les valeurs limite pour la protection de la santé humaine réglementaires (Code de l'Environnement et valeurs guides de l'OMS) aux résultats obtenus.

- ⇒ **Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues au moment de la rédaction du présent dossier sont présentées au § 7.**

9.2 Evaluation de l'exposition - Modélisation statistique de la dispersion atmosphérique

9.2.1 Présentation du code général utilisé

Les mécanismes prépondérants dans la dispersion des polluants atmosphériques sont le transport de polluant par le vent et la diffusion des polluants par la turbulence de l'atmosphère.

La modélisation de la dispersion atmosphérique a pour objectif de fournir des ordres de grandeur des concentrations des polluants et de montrer l'influence de la climatologie du site et de sa topographie sur la pollution.

Le modèle utilisé pour la modélisation de la dispersion atmosphérique et l'analyse statistique associée est le logiciel ARIA Impact. Ce logiciel permet de déterminer l'impact des émissions rejetées par une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques. Il permet d'utiliser des chroniques météorologiques pour évaluer la dispersion des polluants de façon plus représentative. En effet, pour un fonctionnement des installations constant d'une année sur l'autre, des données météorologiques ponctuelles pourraient biaiser l'évaluation de la dispersion.

Le modèle utilisé est un modèle Gaussien 2D avec une prise en compte simplifiée du relief. Ce modèle est considéré comme adapté comme première approche au regard du relief observé (différence non significative sur un rayon de 15 km) autour du site et des vents dominants.

Compte tenu des durées d'exposition, nous n'avons pas considéré les transformations photochimiques des polluants.

9.2.2 Caractéristiques des espèces

Le tableau suivant présente les paramètres utilisés pour le calcul de la dispersion atmosphérique pour chacun des polluants modélisés.

Tableau 20 : Paramètres des polluants

Polluants	Phase	Vitesse de dépôt sec (m/s)	Coefficient de lessivage (s ⁻¹)	Masse volumique (kg/m ³)	Diamètre des particules (µm)
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Gazeux	6,0.10 ⁻³	1,0.10 ⁻⁵	1	0
Oxydes d'azote (NO ₂)	Gazeux	0	1,0.10 ⁻⁵	1	0
Poussières PM10	Particulaire	1,3.10 ⁻²	4,0.10 ⁻⁴	3000	10
Poussières PM2,5	Particulaire	6,0.10 ⁻³	8,0.10 ⁻⁵	3000	2,5
Monoxyde de carbone (CO)	Gazeux	0	1,0.10 ⁻⁵	1	0
Acide chlorhydrique (HCl)	Gazeux	0	1,0.10 ⁻⁵	1	0
Acide fluorhydrique (HF)	Gazeux	0	1,0.10 ⁻⁵	1	0
Famille des métaux (excepté Hg)	Particulaire	4,5.10 ⁻³	7,0.10 ⁻⁵	3000	5
Mercure (Hg)	Gazeux	5,0.10 ⁻⁴	3,5.10 ⁻⁵	1	0
Composés Organiques Volatils (COV)	Gazeux	0	1,0.10 ⁻⁵	1	0

Source : ARIA Technologies

Dans le cas particulier des oxydes d'azote, composés de monoxyde d'azote et de dioxyde d'azote, l'intérêt sanitaire se porte principalement sur le dioxyde d'azote pour lequel des valeurs réglementaires sont disponibles. A l'émission, la famille des oxydes d'azote est composée principalement de monoxyde d'azote, lequel s'oxyde dans l'air ambiant pour former du dioxyde d'azote en s'éloignant de la source d'émission. L'équilibre de cette réaction dépend de la présence d'autres oxydes d'azote présents localement et aussi d'autres composés favorisant cette réaction tels que des composés organiques volatils. Une approche simplifiée de cette réaction peut s'apprécier par le biais du ratio existant entre les oxydes d'azote totaux et le dioxyde d'azote. Pour l'année 2023, ce ratio est de 78% au niveau de la station « saint Etienne Sud ». Il a été considéré dans la présente étude pour appréhender le taux d'oxydation maximal des oxydes d'azotes émis par les installations OI de Veauche.

9.2.3 Données du site

- **Domaine d'étude :**

Le domaine d'étude pour la modélisation de la dispersion atmosphérique retenu est un rectangle de 6 km x 13 km permettant de contenir les sources d'émission, les cibles potentielles et les zones d'influence du panache modélisé en moyenne annuelle.

- **Relief :**

La cartographie du relief est obtenue à l'aide de l'utilitaire ARIA Relief fourni avec le logiciel ARIA IMPACT. Celui-ci est représenté ci-dessous sur un domaine de 20x20 km centré sur le site OI de Veauche :

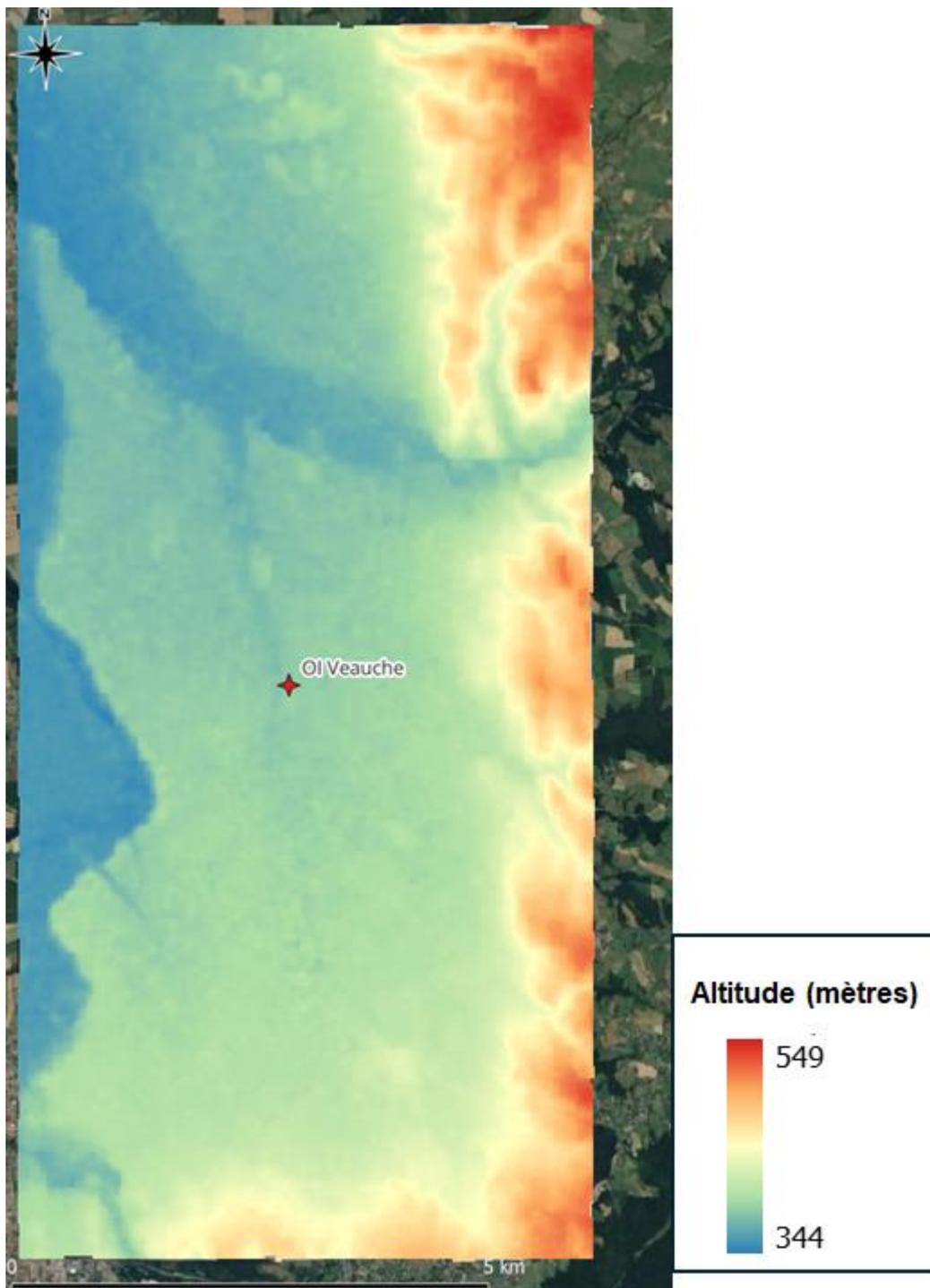


Figure 29 : Relief dans le domaine d'étude retenu

• **Description des données météorologiques :**

Les paramètres les plus importants pour les problèmes liés à la pollution atmosphérique sont :

- la direction du vent,
- la vitesse du vent,
- la température extérieure,
- la stabilité de l'atmosphère.

- la pluviométrie.

Ces paramètres, variables dans le temps et dans l'espace, résultent de la superposition de phénomènes atmosphériques à grande échelle (régime cyclonique ou anticyclonique) et de phénomènes locaux (influence de la rugosité, de l'occupation des sols).

- **Justification du choix des données météorologiques :**

La station météorologique retenue est celle de Saint Etienne Bouthéon, à environ 3,5 km au sud du site.

Les paramètres nécessaires à la modélisation atmosphériques sont les mesures de vent (direction et force), de température, de nébulosité et de pluviométrie.

Conformément au Guide INERIS Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires de 2021, il a été retenu 3 années de données : les données horaires du 1^{er} janvier 2021 au 31 décembre 2023 ont été acquises et intégrées au modèle de dispersion atmosphérique.

- **Analyse de la stabilité de l'atmosphère :**

La stabilité de l'atmosphère est le paramètre le plus complexe à connaître car, dans la majorité des cas, elle n'est pas mesurée. Ce paramètre destiné à quantifier les propriétés diffusives de l'air dans les basses couches, conduit à distinguer 6 catégories de stabilité de l'atmosphère :

Tableau 21 : Définition des classes de stabilité de l'atmosphère

Classe A : Très fortement instable	Dans de telles situations, la dispersion des polluants est facilitée. Ces situations apparaissent par fort réchauffement du sol. Elles se retrouvent principalement le jour en l'absence de vent fort.
Classe B : Très instable	
Classe C : Instable	
Classe D : Neutre	Ces situations permettent la dispersion des polluants. Elles correspondent aux situations de vents modérés ou à des situations de ciel couvert.
Classe E : Stable	De telles situations freinent le déplacement des masses d'air. Elles sont notamment induites par des inversions thermiques près du sol, ce qui limite la dispersion des polluants. Ces situations se retrouvent principalement la nuit par vent faible.
Classe F : Très stable	

Ces classes de stabilité sont déterminées à partir de la vitesse du vent et de la nébulosité.

Il est important de rechercher des chroniques météorologiques représentatives de la climatologie du site.

Le diagramme suivant présente la répartition des observations en fonction de la stabilité atmosphérique.

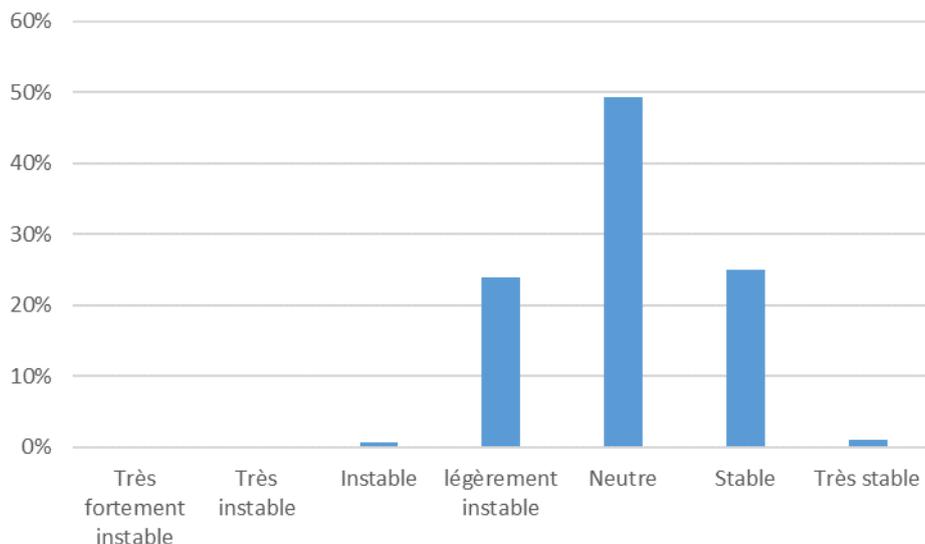


Figure 30 : Répartition des classes de stabilité de Pasquill à Saint Etienne Bouthéon (période 2021-2023)

Les conditions de dispersion sont moyennement favorables puisque 74 % des observations présentent une atmosphère neutre à très instable (conditions assez favorables à la dispersion), tandis que 26 % présentent une atmosphère stable à très stable (conditions peu favorables à la dispersion).

- **Pluviométrie**

Dans le cadre de cette étude, nous avons tenu compte des données de pluviométrie recueillies sur la station de ST ETIENNE-BOUTHEON.

	Pluviométrie annuelle (mm)
2021	660,4
2022	480,3
2023	583,4
Moyenne	574,7

- **Analyse des données de vent :**

La rose des vents à la station météorologique de ST ETIENNE-BOUTHEON pour les années 2021 à 2023 est présentée ci-après.

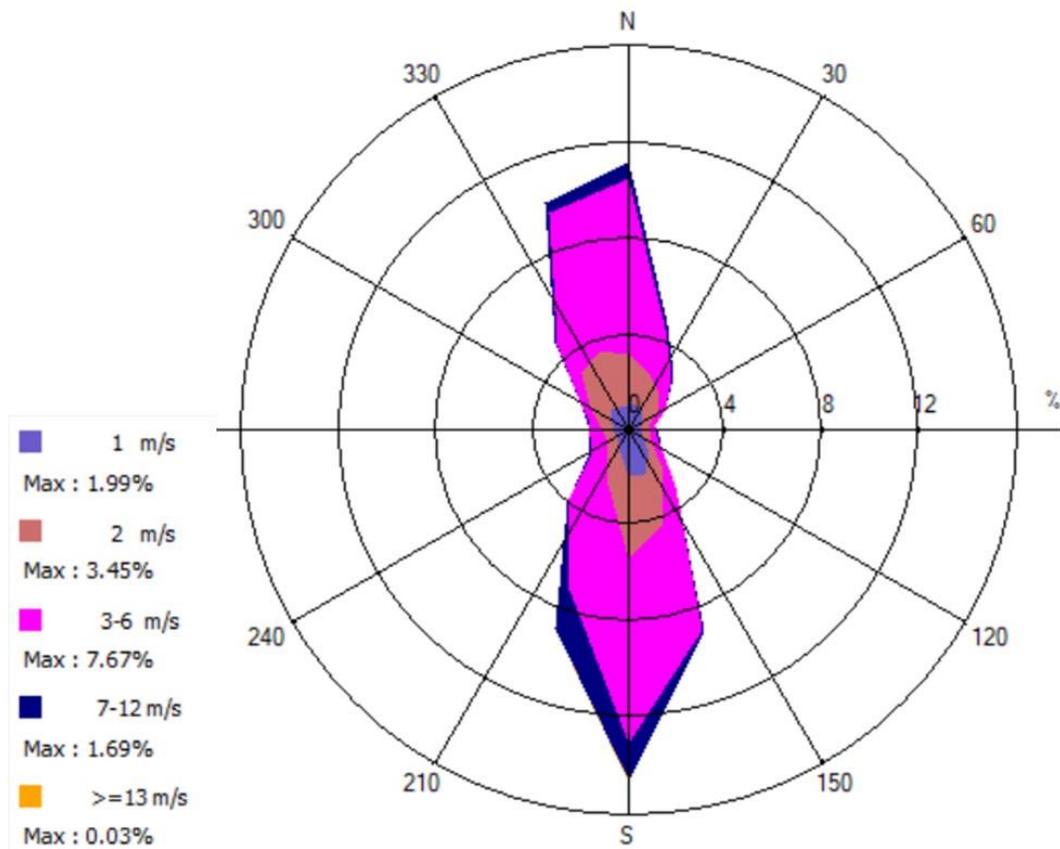


Figure 31 : Rose des vents par classes de vitesses – Période 2021-2023

Les intersections de la courbe avec les cercles d'iso-fréquence fournissent les fréquences d'apparition des vents en fonction de leur direction.

La rose des vents présente deux directions prédominantes :

- Vents dominants de nord (340-20°) ;
- Vents de sud (160-190°).

La vitesse moyenne du vent (toutes classes confondues) est relativement moyenne (2,7 m/s soit 9,7 km/h) et le pourcentage de vents calmes est faible (3,4 %).

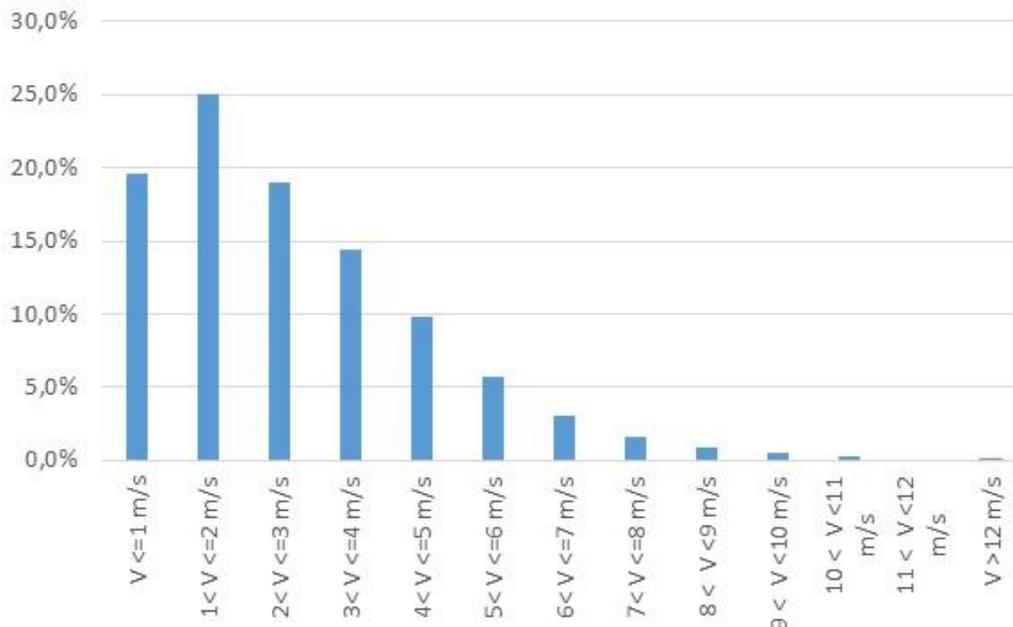


Figure 32 Occurrence des vitesses des vents mesurées à ST ETIENNE-BOUTHEON – Période 2021-2023

D'autre part :

- Les vents les plus fréquents sont les vents de vitesse 1 à 4 m/s (58 % des occurrences). Ces vents proviennent des deux directions privilégiées citées ci-avant.
- Les vents forts (de vitesse supérieure à 7 m/s) sont peu fréquents (6,4 % des occurrences).

• Occupation des sols :

Le modèle permet de choisir entre plusieurs types de substrats au sol (couvertures végétales, milieux humides ou neige) permettant de jouer sur la rugosité du sol, le pouvoir réfléchissant ou albédo du sol et ceci pour chaque mois de l'année.

A titre d'exemple, « urbain » est caractérisé par une forte rugosité et un faible albédo, tandis que « prairie » est caractérisée par une très faible rugosité et un fort albédo.

Le projet est implanté en tissu semi-urbain. Nous avons donc choisi de modéliser la dispersion en choisissant « surfaces agricoles hétérogènes » pour l'occupation des sols.

• Caractéristiques du rejet :

Les rejets sont caractérisés par les paramètres suivants :

- la localisation des émissions,
- la hauteur d'émission,
- le diamètre d'émission,
- la température du rejet,
- les caractéristiques des polluants étudiés (densité, vitesse de dépôt, coefficient de lessivage pour les dépôts humides).

Le modèle permet de choisir le type de calcul à effectuer. Pour effectuer la dispersion, nous choisissons la méthode de Pasquill (formulation standard).

- **Terme source des émissions :**

Le terme source des émissions est présenté au § 4.3. Les flux massiques entrés dans le logiciel ARIA correspondent à celles présentées en Tableau 7.

9.2.4 Evaluation de l'exposition – Présentation des résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique

Toutes les concentrations et les dépôts totaux modélisés sont attribuables aux émissions du site OI de Veauche et ne doivent pas être confondus avec les concentrations réelles auxquelles sont exposées les populations, et qui intègrent le bruit de fond (autres sources de pollutions : installations industrielles, trafic routier, autres installations de combustion, ...).

Les concentrations et les dépôts obtenus sont présentés au chapitre 9.3.

- **Présentation des cartes de concentrations atmosphériques modélisées :**

Les résultats de l'étude sont donnés sous forme de cartes. Ils ne concernent que la contribution des rejets étudiés. Les cartes sont formées de zones colorées représentant chacune un intervalle de concentration.

Les cartes suivantes sont données pour quelques polluants retenus en exemple. En effet, tous les polluants n'ont pas le même comportement dans l'atmosphère selon leurs caractéristiques physiques (gaz / particule, poids moléculaire, vitesse de dépôts, diamètre de particule, vitesse de lessivage).

Les polluants étudiés dans le cadre de la présente étude peuvent donc être classés en 3 familles :

- Les polluants gazeux : les oxydes d'azote (assimilés au NO_2), le monoxyde de carbone, les Composés Organiques Volatils (COV), l'acide chlorhydrique (HCl), l'acide fluorhydrique (HF), l'ammoniac (NH_3) et le mercure (Hg).
- Les polluants particulaires : les poussières (PM10 et PM2,5), les métaux (sauf le mercure).

Une carte au minimum de chacune des 2 familles citées ci-dessus est donc présentée ci-après.

La zone habitée la plus exposée est localisée sur les cartes ci-à l'aide d'une étoile rouge.

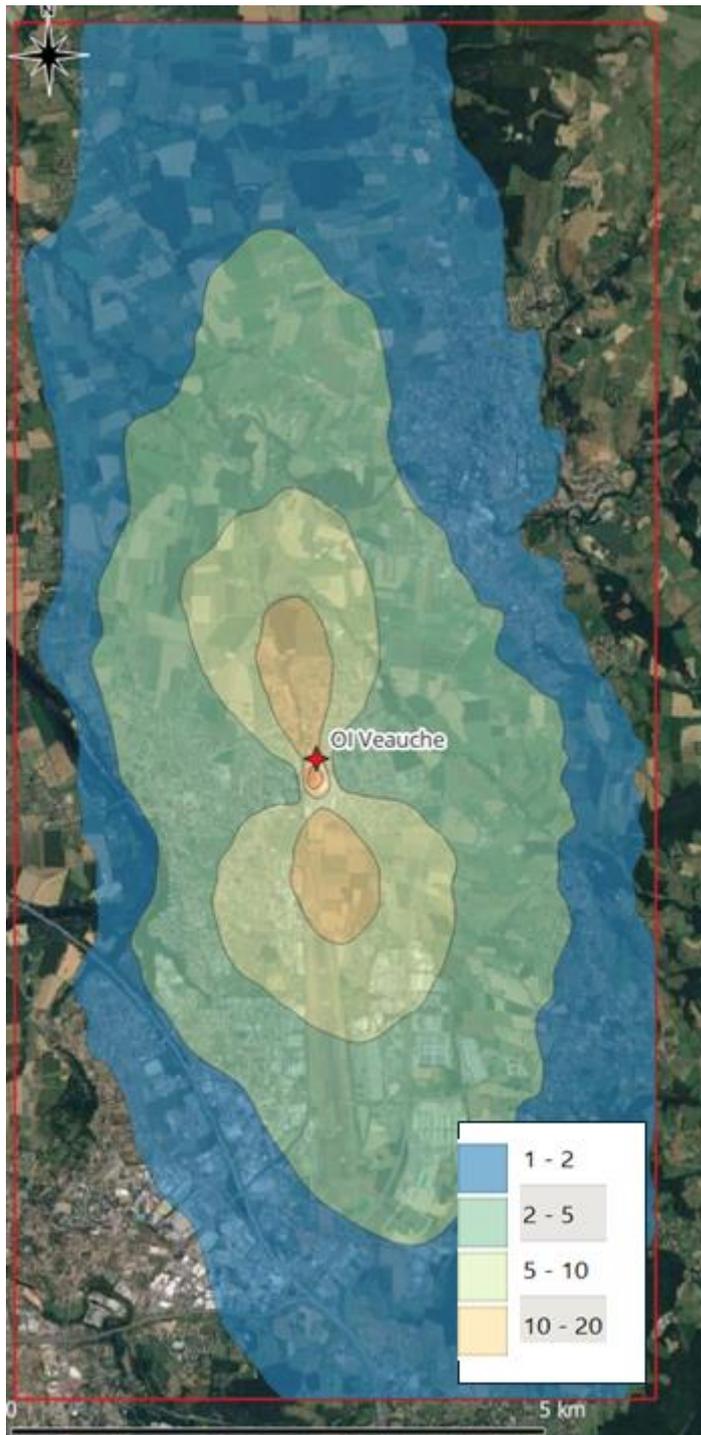


Figure 33 : Représentation cartographique – Concentration modélisée en moyenne annuelle – NO₂ (µg/m³)

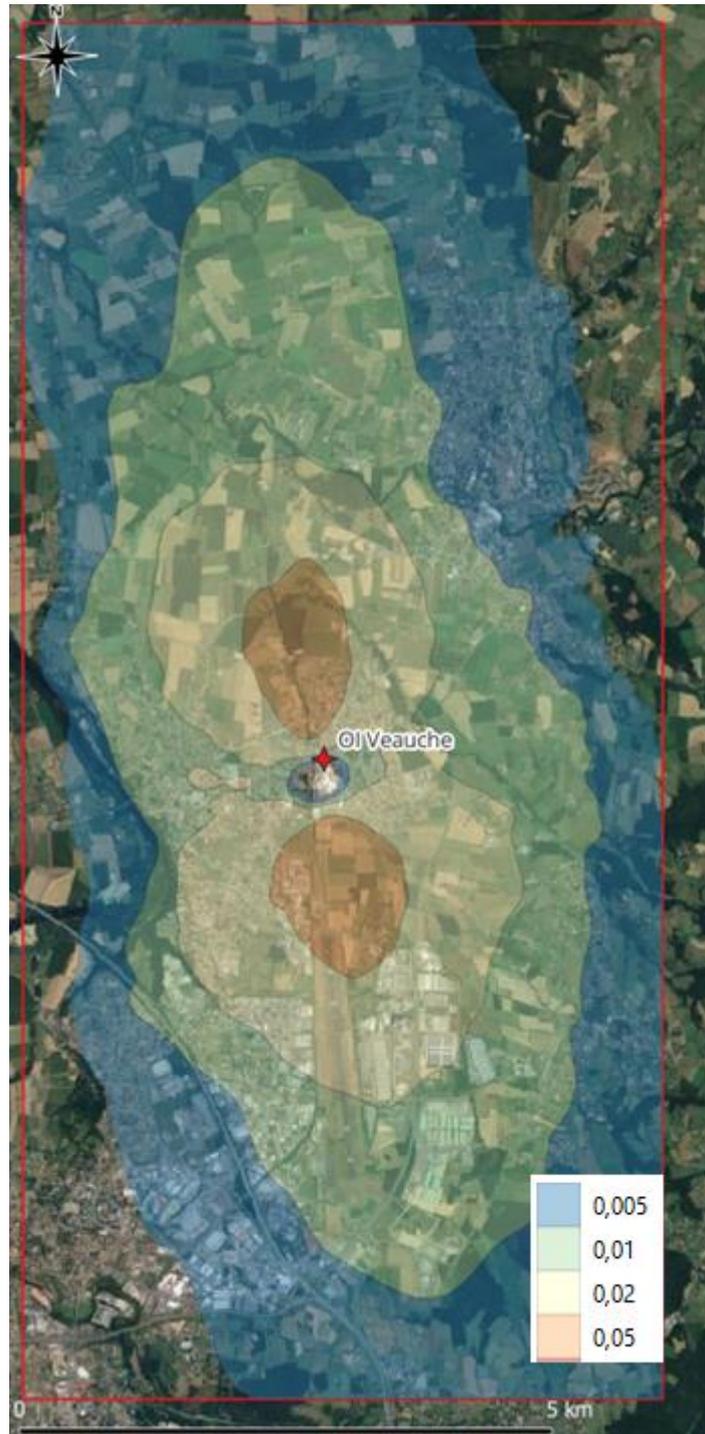


Figure 34 : Représentation cartographique – Concentration modélisée en moyenne annuelle – somme des métaux (excepté mercure, considéré comme gazeux) (valeur minimale de l'intervalle de concentration exprimée en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Pour les différents polluants considérés, les concentrations maximales modélisées sont localisées à 700 mètres au sud du site OI Veauche (légèrement plus impactées que la zone d'impact maximale identifiée côté nord en *Figure 34*).

Dans cette zone, située sur la commune de Veauche, des espaces résidentiels ainsi qu'un usage agricole sont recensés.

• **Présentation des cartes de dépôts totaux modélisés :**

La carte suivante présente les dépôts totaux, c'est-à-dire le dépôt sec (dépôt gravitaire) + le dépôt humide (lessivage des concentrations atmosphériques par la pluie) pour la somme des métaux (excepté le mercure qui se disperse sous forme gazeuse)

Les dépôts maximums attribuables au site OI de Veauche sont localisés au même endroit que là où était déjà identifié la zone la plus impactée par les concentrations atmosphériques induite par le site OI étudié.

Dans cette zone, située sur la commune de Veauche, des espaces résidentiels ainsi qu'un usage agricole des sont recensés. Le centre de cette zone est identifiée par une étoile rouge en *Figure 35*.

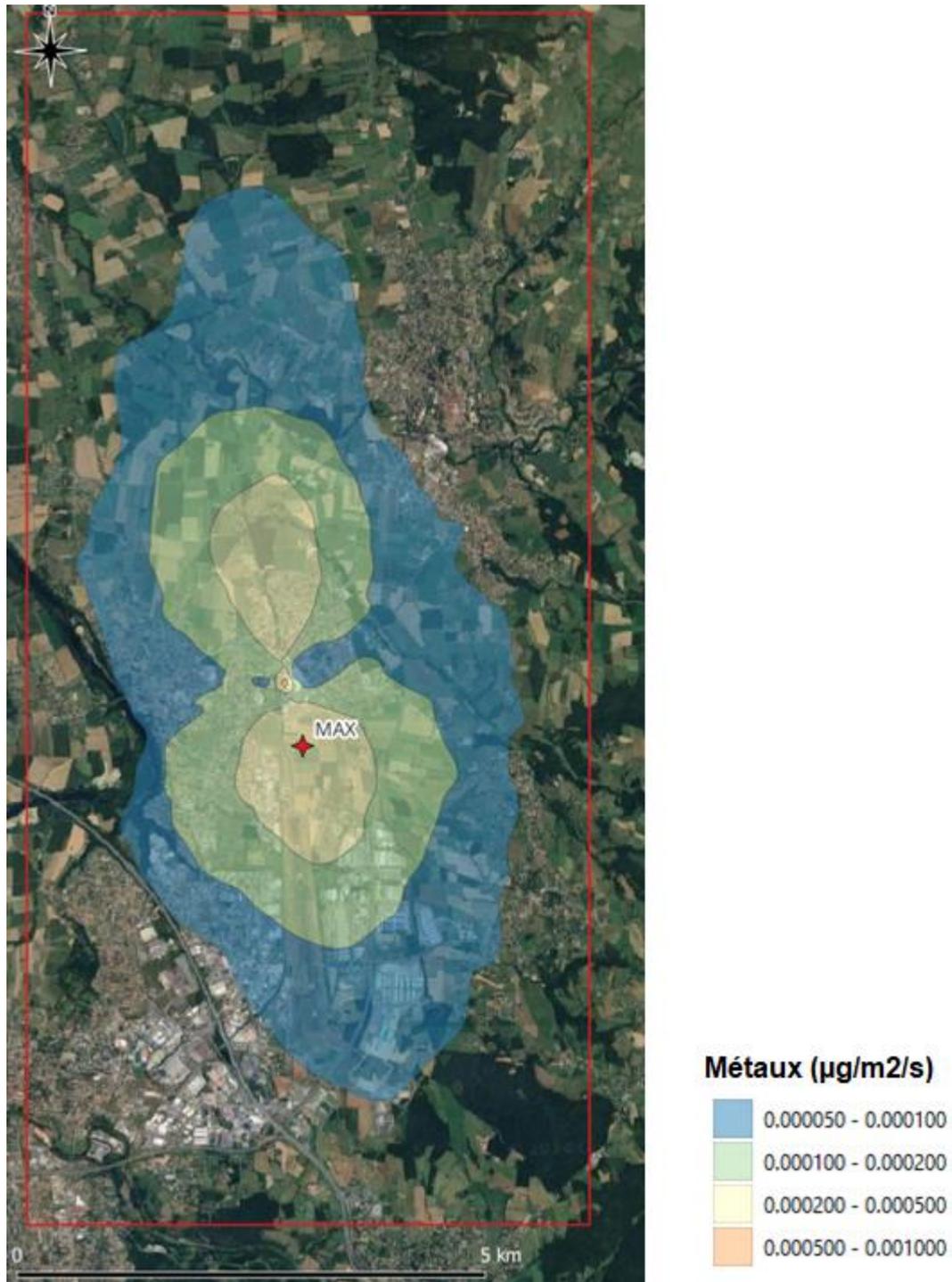


Figure 35 : Représentation cartographique – Dépôts totaux modélisés pour l'ensemble des métaux (exceptés le mercure) en moyenne annuelle

9.3 Evaluation de l'exposition – Voies et scénarios d'exposition retenus

9.3.1 Voies d'exposition

Les voies d'expositions sont retenues sur la base du schéma conceptuel d'exposition présenté au § 6 *Schéma conceptuel d'exposition*.

Rappel :

- Pour les substances considérées comme non bioaccumulables, la voie d'exposition retenue est l'inhalation.
- Pour les substances considérées comme bioaccumulables (métaux), nous retenons l'exposition par inhalation et par ingestion.

9.3.2 Choix des scénarios d'exposition retenus

Le scénario d'exposition retenu est le suivant :

Tableau 22 : Détermination des scénarios d'exposition

Cibles potentielles retenues	Exposition prise en compte
<p>Riverains potentiellement les plus exposés avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les concentrations atmosphériques maximums modélisées (attribuables aux installations OI) au niveau de la cible potentielle la plus exposée ; - Les dépôts totaux maximum modélisés (attribuables à OI Veauche) au niveau de cible potentielle la plus exposée <p>Ces hypothèses permettent de s'assurer d'une exposition « enveloppe » de l'ensemble des populations potentiellement exposées.</p> <p>Les deux zones riveraines les plus exposées sont situées à environ 700 m au sud du site OI.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Exposition par inhalation - Exposition par ingestion directe de sol - Exposition par ingestion de fruits et légumes issus de l'exploitation (données d'autarcie pour un agriculteur) - Exposition par ingestion de produits animaux (viande bovine, volaille, œufs, lait) issus de l'exploitation (données d'autarcie pour un agriculteur) <p>⇒ Une durée d'exposition 24h/24 pendant 30 ans (la durée de résidence dans un même logement de 90 % de la population est de 30 ans) est retenue pour la quantification des effets à seuil</p>

Le tableau ci-après présente les résultats de la modélisation pour les cibles potentielles les plus exposées (au niveau de l'étoile rouge localisée en *Figure 33*, *Figure 34* et *Figure 35*).

Tableau 23 : Résultats de la modélisation au niveau de la cible potentiellement la plus exposée

Polluant / substance	N°CAS	Concentration attribuable au site OI Veauche modélisée en moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) au niveau des riverains les plus exposés	Dépôts maximaux totaux attribuables au site OI Veauche modélisés en moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$)
SO2	7446-09-5	1,17E+01	
NOx	10102-44-0	1,56E+01	
NH3	7664-41-7	3,94E-01	
PM10	-	5,66E-01	
PM2,5	-	5,02E-01	
Formaldéhyde	50-00-0	3,94E-01	
Phénol	108-95-2	3,94E-01	
CO	630-08-0	1,97E+00	
HF	7664-39-3	1,04E-01	
HCl	7647-01-0	4,15E-01	
H2S	7783-06-4	9,85E-02	
Fluoranthène	206-44-0	1,45E-06	
Antimoine	7440-36-0	4,66E-04	2,17E-06
Arsenic	7440-38-2	1,15E-02	5,35E-05
Cadmium	7440-43-9	3,02E-04	1,41E-06
Chrome	7440-47-3	9,05E-03	4,22E-05
Chrome VI	18540-29-9	8,16E-06	3,81E-08
Cobalt	7440-48-4	2,51E-05	1,17E-07
Cuivre	7440-50-8	1,06E-03	4,95E-06
Manganèse	7439-96-5	8,99E-03	4,20E-05
Nickel	7440-02-0	1,60E-03	7,48E-06
Plomb	7439-92-1	2,36E-02	1,10E-04
Thallium	7440-28-0	2,09E-04	9,75E-07
Vanadium	7440-62-2	5,53E-04	2,58E-06
Mercure	7439-97-6	1,22E-03	1,13E-06
Etain	7440-31-5	2,67E-02	1,20E-07
Sélénium	7782-49-2	7,40E-03	3,45E-05

9.3.3 Evaluation de l'exposition – Evaluation des expositions par ingestion

L'outil de modélisation qui a été utilisé pour la détermination des concentrations dans les milieux est MODUL'ERS, logiciel-outil développé par l'INERIS pour la modélisation des risques sanitaires ICPE et SSP (Sites et Sols Pollués). Cet outil permet de faire le lien entre l'étape de définition du schéma conceptuel et celle de l'évaluation prospective des expositions et des risques, en donnant aux utilisateurs la possibilité de construire un modèle d'exposition adapté au schéma conceptuel défini pour les émissions considérées, à partir d'une bibliothèque de modules prédéfinis.

MODUL'ERS permet d'estimer les concentrations dans les milieux, les niveaux d'exposition et les niveaux de risque en fonction du temps à partir des équations décrites dans le manuel intitulé « jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle » et référencé INERIS DRC-08-94882-16675B.

Ce logiciel (MODULERS v.1.0.142) a été utilisé pour estimer les concentrations en métaux dans les différents milieux du schéma conceptuel d'exposition.

Ainsi, une matrice a été créée avec les différents « compartiments » à considérer (voir figure ci-après).

Constantes Replages	Constantes Replages to Sol	Constantes Replages to Sol	Constantes Replages to Legumes feuilles	Constantes Replages to Legumes fruits	Constantes Replages to Legumes racines	Constantes Replages to Tubercules	Constantes Replages to Fruits	Constantes Replages to Cereales	Constantes Replages to Poule	Constantes Replages to Poulet	Constantes Replages to Fourrage	Constantes Replages to Boeuf	Constantes Replages to Vache	
	Sol superf		Sol superf to Legumes feuilles	Sol superf to Legumes fruits			Sol superf to Fruits	Sol superf to Cereales	Sol superf to Poule	Sol superf to Poulet	Sol superf to Fourrage	Sol superf to Boeuf	Sol superf to Vache	Sol superf to Niveaux Exposition Risque
		Sol prof1	Sol prof1 to Legumes feuilles	Sol prof1 to Legumes fruits	Sol prof1 to Legumes racines	Sol prof1 to Tubercules	Sol prof1 to Fruits	Sol prof1 to Cereales			Sol prof1 to Fourrage			
			Legumes feuilles											Legumes feuilles to Niveaux Exposition Risque
				Legumes fruits										Legumes fruits to Niveaux Exposition Risque
					Legumes racines									Legumes racines to Niveaux Exposition Risque
						Tubercules								Tubercules to Niveaux Exposition Risque
							Fruits							Fruits to Niveaux Exposition Risque
								Cereales	Cereales to Poule	Cereales to Poulet		Cereales to Boeuf	Cereales to Vache	
									Poule					Poule to Niveaux Exposition Risque
										Poulet				Poulet to Niveaux Exposition Risque
											Fourrage	Fourrage to Boeuf	Fourrage to Vache	
												Boeuf		Boeuf to Niveaux Exposition Risque
													Vache	Vache to Niveaux Exposition Risque
														Niveaux Exposition Risque

Figure 36 : Matrice MODUL'ERS

Un certain nombre de données d'entrée par défaut sont proposées dans ce logiciel (ex : durée d'exposition de la cible, classes d'âges de la cible, poids corporel de la cible, masse de sol ingérée par jour par la cible...). Sauf cas particulier, nous avons utilisé ces valeurs par défaut qui correspondent à des standards proposés par l'INERIS.

Les principales données d'entrée utilisées dans MODUL'ERS (hors valeurs par défaut) sont les concentrations atmosphériques et les dépôts totaux modélisés en moyenne attribuables aux émissions du projet. (Voir § 9.3.2).

En ce qui concerne les fractions de fruits et de légumes consommés exposés à la contamination, nous avons considéré les valeurs par défaut proposées par l'INERIS correspondant à la population agricole.

La contamination des fruits et légumes a été évaluée en considérant :

- Une contamination par les dépôts totaux sur les parties aériennes des végétaux ;
- Une contamination par transfert air/plante (adsorption des concentrations atmosphériques) ;
- Une contamination par transferts sol/plante.

Le rapport MODUL'ERS est joint en Annexe. Il présente :

- Les données d'entrée ;
- Les résultats pour l'exposition par ingestion.

9.3.4 Evaluation prospective des risques sanitaires

9.3.4.1 Méthode

Les polluants peuvent avoir deux mécanismes d'action : les effets à seuil et les effets sans seuil.

Pour chaque type d'effet, l'évaluation des risques sanitaires est réalisée de la façon suivante :

- **Pour les polluants à seuil :**

La caractérisation du risque correspond au calcul des Quotients de Danger (QD) qui sont le rapport entre les concentrations attendues dans l'environnement attribuables aux émissions du site OI de Veauche et la valeur toxicologique de référence.

La comparaison de la concentration moyenne (modélisation réalisée pour des données météorologiques) aux points retenus avec la valeur toxicologique de référence, permet de conclure s'il y a ou non-respect des recommandations des autorités sanitaires.

La dose d'exposition considérée est la concentration moyenne annuelle inhalée. Cette concentration moyenne inhalée s'exprime ainsi :

$$CI = Ci \times T / Tm$$

Avec :

- CI : Concentration moyenne inhalée
- Ci : Concentration moyenne annuelle modélisée
- T : Durée d'exposition (en années)
- Tm : Période sur laquelle l'exposition est moyennée (en années) ; pour les polluants avec effets à seuil, l'exposition moyenne est calculée sur la durée effective d'exposition, soit $T = Tm$.

Dans le cadre de la présente étude, nous considérons une approche majorante telle que $CI = Cmax$.

Le risque toxicologique chronique des effets avec seuil est exprimé à l'aide d'un Indice de risque (IR) pour les effets avec seuil, appelé aussi quotient des dangers (QD). Le calcul de cet indice s'effectue comme suit :

$$QD = CI / VTR$$

La concentration moyenne inhalée doit être au minimum inférieure à la VTR (QD < 1) pour éviter tout risque toxicologique. Cela reste vrai même pour les populations sensibles du fait des facteurs de sécurité intégrés au niveau des VTR.

Pour l'ingestion, l'exposition est exprimée par la dose journalière d'exposition (DJE) calculée en fonction des quantités de matrices (sol, eau, aliments) ingérées et impactées par les émissions de l'installation, des concentrations de polluants dans les matrices, et du poids de l'individu considéré. La DJE est calculée pour chaque scénario, selon l'équation :

$$DJE = \frac{\sum_i Q_i \times C_i \times f_i}{P}$$

avec :

- DJE : dose journalière d'exposition liée à l'ingestion de la substance, en mg/kg pc/jour ;
- Q_i : quantité de matrice i (sol, eau, aliments...) ingérée par jour, en kg/j ou l/j (moyenne annuelle) ;
- f_i : fraction de la quantité de matrice i ingérée et exposée à la contamination étudiée ;
- C_i : concentration de la substance dans la matrice i ingérée, en mg/kg ou mg/l ;
- P : masse corporelle de l'individu (kg pc).

Pour l'exposition chronique par ingestion, c'est la Dose Journalière d'Exposition (DJE) de la tranche d'âge la plus pénalisante qui est retenue pour les effets à seuil.

Le risque toxicologique chronique des effets avec seuil est exprimé à l'aide d'un Indice de risque (IR) pour les effets avec seuil, appelé aussi quotient des dangers (QD). Le calcul de cet indice s'effectue comme suit :

$$QD = DJE / VTR$$

→ La recommandation des autorités sanitaires étant que la somme des Quotients de Danger (QD) pour l'organe cible le plus touché soit inférieure à 1.

• **Pour les polluants à effet sans seuil :**

Le risque représente la probabilité de survenue d'effets nocifs chez un individu. Pour la concentration atmosphérique maximale modélisée, nous avons calculé l'excès de risque individuel (ERI) en rapportant l'excès unitaire du risque (ERU) à la concentration atmosphérique modélisée (C°), et pondérée au temps d'exposition.

$$ERI = ERU \times C^\circ \times T_{\text{expo}} / T_{\text{vie entière}}$$

Par convention :

- T_{expo} : durée de la période d'exposition – retenue 30 ans
- $T_{\text{vie entière}}$: durée de la vie – retenue 70 ans
- C° en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- ERU (=VTR) en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$

Pour l'exposition chronique par ingestion, c'est la Dose Journalière d'Exposition (DJE) pondérée sur la vie entière (retenue par convention à 70 ans) qui est retenue pour les effets sans seuil.

$$\text{ERI} = \text{DJE} \times T_{\text{expo}}/T_{\text{vie entière}} \times \text{VTR}$$

avec :

- DJE : dose journalière d'exposition liée à l'ingestion de la substance, en mg/kg pc/jour
- T_{expo} : durée de la période d'exposition – retenue 30 ans
- $T_{\text{vie entière}}$: durée de la vie – retenue 70 ans
- VTR : valeur toxicologique de référence en $(\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$

→ La recommandation des autorités sanitaires étant que la somme des Excès de Risques Individuels soit au maximum de 10^{-5} (recommandation de l'OMS - Circulaire du 10 décembre 1999).

Ces résultats sont présentés pour les effets à seuil et pour les effets sans seuil sous forme de tableau pour les cibles les plus exposées.

9.3.4.2 Résultats pour les effets à seuil

L'évaluation des effets à seuil consiste à sommer les Quotients de Danger (QD) des substances provoquant le même effet sur le/les mêmes organes.

Lorsque pour une substance donnée l'organe cible n'est pas déterminé et/ou connu, alors par précaution, cette substance est considérée comme susceptible d'avoir un effet sur l'ensemble des organes cibles.

- **Exposition par inhalation :**

Une exposition chronique correspond à une exposition allant de quelques années à la vie entière.

Ce sont donc les concentrations modélisées en moyenne annuelle pour les populations les plus exposées (point le plus pénalisant du domaine d'étude pour les concentrations modélisées attribuable aux émissions atmosphériques du site OI de Veauche) qui sont comparées ici aux Valeurs Toxicologiques de Référence établies pour une exposition chronique pour les effets à seuil.

Tableau 24 : Effets à seuil - Exposition par inhalation

Polluant / substance	Exposition au niveau des cibles potentiellement les plus exposés	N°CAS	Effet à seuil			QD	Commentaire
			Inhalation (µg/m³)	Organe cible ou effet sur ...	Référence		
NOx	12,2	10102-44-0	10*		Ligne Directrice (OMS)		La concentration d'exposition attribuable à OI Veauche au niveau des cibles les plus exposées reste inférieure à l'objectif de qualité de l'air, mais dépasse la valeur guide de 10 µg/m3 recommandée par l'OMS
			40*		Objectif de qualité de l'air et Valeur Limite pour la protection de la santé humaine (Code de l'Environnement)		
SO2	11,7	7446-09-5	50*	-	Objectif de qualité de l'air (Code de l'Environnement)		La concentration d'exposition attribuable à OI Veauche au niveau des cibles les plus exposées reste inférieure à l'objectif de qualité de l'air
CO	2,0	630-08-0	10000*		Valeur limite pour la protection de la santé humaine pour le maximum journalier de la moyenne glissante sur huit heures (Code de l'Environnement)		La concentration d'exposition attribuable à OI Veauche au niveau des cibles les plus exposées reste inférieure à l'objectif de qualité de l'air
					Afsset, 2007		
HCl	0,4	7647-01-0	20	Système respiratoire	US-EPA, 1995	2,08E-02	-
HF	0,1	7664-39-3	14	Os	OEHHA, 2003 (recommandé par l'INERIS)	7,42E-03	-
H2S	9,85E-02	04/06/7783	2	Système respiratoire	US-EPA, 2003 (recommandé par l'INERIS)	4,92E-02	
PM10	0,6	-	15*		Ligne Directrice (OMS)		La concentration d'exposition attribuable à OI Veauche au niveau des cibles les plus exposées reste inférieure à l'objectif de qualité de l'air et aux valeurs guide OMS
			30*		Objectif de qualité de l'air (Code de l'Environnement)		
			40*		Valeur Limite pour la protection de la santé humaine (Code de l'Environnement)		
PM2,5	0,5	-	5*		Ligne Directrice de (OMS)		
			10*		Objectif de qualité de l'air (Code de l'Environnement)		
			25*		Valeur Limite pour la protection de la santé humaine (Code de l'Environnement)		
Composés Organiques Volatils (COV)			Voir ci-après les COV spécifiques				
formaldéhyde	3,94E-01	50-00-0	123	Système oculaire	Anses, 2018	3,20E-03	Substance cancérigène à seuil de dose
Phénol	3,94E-01	108-95-2	200	Système nerveux	OEHHA, 2000	1,97E-03	-
Fluoranthène	1,45E-06	206-44-0	-	-	-		-
Métaux			Voir ci-après les métaux spécifiques				
Arsenic	1,15E-02	7440-38-2	1,50E-02	Diminution des capacités intellectuelles et des effets néfastes sur le comportement	OEHHA, 2008 (retenu par l'INERIS, 2010)	7,64E-01	-
Cadmium	3,02E-04	7440-43-9	0,3	Tumeurs pulmonaires	Anses, 2012	1,01E-03	Substance cancérigène à seuil de dose
Chrome	9,05E-03	16065-83-1/7440-47-3	2	Système respiratoire / système circulatoire	ATSDR, 2012 (retenu par l'Anses, 2017)	4,52E-03	-
Chrome VI	8,16E-06	18540-29-9 1333-82-0	0,3	Système respiratoire	ANSES, 2015	2,72E-05	-
Cobalt	2,51E-05	7440-48-4	0,1	Système respiratoire	ATSDR, 2004 et OMS CICAD 2006	2,51E-04	-
Cuivre	1,06E-03	7440-50-8	1	-	RIVM, 2001 (retenu par l'INERIS, 2019)	1,06E-03	-
Etain	2,62E-02	7440-31-5	-	-	-		
Mercure	1,22E-03	7439-97-6	3,00E-02	Système nerveux	OEHHA, 2008 (retenu par l'INERIS, 2014)	4,06E-02	-
Manganèse	8,99E-03	7439-96-5	0,3	Système neurologique	ATSDR, 2012 (retenu par l'Anses, 2018)	3,00E-02	-
Nickel	1,60E-03	7440-02-0	2,30E-01	-	TCEQ 2011 (Texas Commission on Environmental Quality) (retenue par l'Anses, 2018)	6,97E-03	-

Polluant / substance	Exposition au niveau des cibles potentiellement les plus exposés	N°CAS	Effet à seuil			QD	Commentaire
			Inhalation (µg/m ³)	Organe cible ou effet sur ...	Référence		
Plomb	2,36E-02	7439-92-1	0,9	Plombémie protégeant l'ensemble de la population de la toxicité rénale	Anses, 2013 (retenu par l'INERIS, 2016), correspond à 15 µg/L (VTR interne construite par l'Anses)	2,63E-02	-
Antimoine	4,66E-04	7440-36-0	0,3	Système respiratoire	ATSDR, 2019	1,55E-03	-
Sélénium	7,40E-03	7782-49-2	20	Système respiratoire	OEHHA, 2001	3,70E-04	-
Thallium	2,05E-04	7440-28-0					-
Vanadium	5,53E-04	7440-62-2	1	Système respiratoire, développement	RIVM, 2009 (retenu par l'INERIS, 2011)	5,53E-04	-
Quotient de Danger (QD) total pour l'exposition par inhalation et pour l'organe cible le plus exposé (le système nerveux)						8,37E-01	La recommandation des autorités sanitaires est respectée (QD < 1)



Ligne directrice de l'OMS, objectif de qualité de l'air et/ou valeur limite pour la protection de la santé humaine du Code de l'Environnement : ces valeurs ne sont pas considérées comme des VTR et aucun Quotient de Danger n'est calculé à partir de ces valeurs.

⇒ **Le Quotient de Danger total pour l'exposition par inhalation attribuable aux émissions du site OI de Veauche pour l'organe cible le plus touché (le système nerveux) est inférieur à 1 (= 4,37.10⁻¹).**

• **Exposition chronique par ingestion :**

Nous présentons ci-après un exemple de la dose d'exposition journalière obtenue avec MODUL'ERS, pour l'arsenic, pour l'ingestion cumulée (sols, fruits et légumes, céréales, tubercules, œufs, volailles), en fonction de la classe d'âge (pour une simulation sur 30 années), les niveaux d'exposition calculés par classe d'âge correspondent au cours du temps à des individus différents.

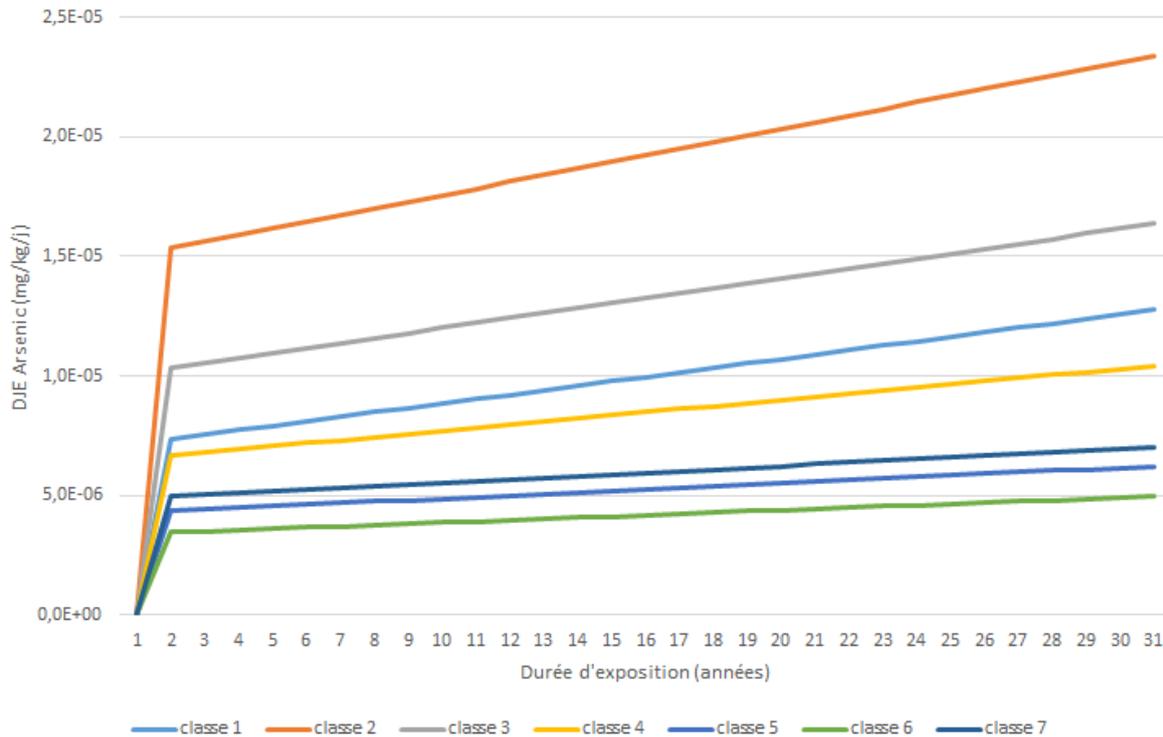


Figure 37 : Représentation graphique des Doses Journalières d'Exposition (DJE) pour l'ingestion cumulée en arsenic (sols, fruits, légumes et produits animaux) en fonction de la classe d'âges

Le graphique ci-avant montre que pour les expositions par ingestion, la classe d'âge la plus exposée est la classe 2 (correspondant aux individus âgés de 1 à 3 ans). Ceci s'explique par le fait que les enfants de cet âge sont d'une part exposés à l'ingestion de sol liée à leurs jeux à l'extérieur et le port des mains à la bouche, d'autre part car le rapport quantité d'aliment consommé par rapport au poids corporel de cette tranche d'âge est le plus élevé.

La tranche d'âge (enfants de 1 à 3 ans) est donc la plus exposée pour l'ensemble des substances considérées pour la voie ingestion : c'est donc cette tranche d'âge qui est retenue dans la suite de l'étude pour caractériser les effets à seuil.

Pour l'arsenic, donné ici en exemple, la valeur maximale est $DJE = 2,3 \cdot 10^{-5}$ (pour la classe 2), obtenue à $t=30$ ans de fonctionnement de l'installation.

Tableau 25 : Effets à seuil - Exposition par ingestion

Polluant / substance	Dose Journalière d'Exposition attribuable au site OI de Veauche pour la tranche d'âge la plus exposée (mg/kg/j)	Effet à seuil			
		Valeurs toxicologiques de référence pour l'ingestion (mg/kg/j)	Organe cible ou effet sur ...	Référence	Quotient de Danger (QD) pour l'exposition par ingestion
Arsenic	2,34E-05	4,50E-04	Peau	FoBiG, 2009 (retenu par l'INERIS, 2010)	5,20E-02
Cadmium	1,55E-06	3,50E-04	-	EFSA, 2009 (retenu par l'Anses, 2017)	4,44E-03
Chrome	2,42E-05	1,00E-03	Hépatotoxicité, irritation ou corrosion de la muqueuse gastrique	Santé Canada 2010	2,42E-02
Chrome III	2,42E-05	3,00E-01	-	EFSA 2014, (retenu par l'INERIS en 2019)	8,08E-05
Chrome VI	2,19E-08	1,00E-03	Système digestif	ATSDR 2008 (retenu par l'Anses, 2018)	2,19E-05
Cobalt	8,00E-08	1,50E-03	-	Afssa 2010 (retenu par l'Anses, 2018)	5,33E-05
Cuivre	5,37E-06	1,50E-01	Hépatotoxique et effets gastro-intestinaux	EFSA, 2018 (retenu par l'INERIS, 2019)	3,58E-05
Mercure	9,40E-07	5,70E-04	-	EFSA, 2012 (retenu par l'Anses, 2018)	1,65E-03
Manganèse	4,34E-05	5,50E-02	Système nerveux	INSPQ, 2017 (retenu par l'Anses, 2018)	7,89E-04
Nickel	1,48E-05	2,80E-03	Effets reprotoxiques	EFSA 2015 (retenu par l'Anses, 2018)	5,28E-03
Plomb	6,81E-05	6,30E-04	Plombémie protégeant l'ensemble de la population de la toxicité rénale	Anses, 2013 (retenu par l'INERIS, 2016) correspond à 15 µg/L (VTR interne construite par l'Anses, 2018)	1,08E-01
Antimoine	8,81E-07	6,00E-03	-	OMS, 2003 (retenu par l'Anses, 2018)	1,47E-04
Sélénium	3,69E-05	5,00E-03	Système nerveux	INERIS, 2011, EPA, 1991)	7,38E-03
Etain	9,07E-08	2,00E-01	Système digestif	RIVM, 2009	4,54E-07
Vanadium	1,32E-06	2,00E-03	-	Valeur provisoire : RIVM, 2009	6,58E-04
Quotient de Danger (QD) total pour l'exposition par ingestion et pour l'organe cible le plus exposé (le système rénal)					1,08E-01

⇒ Le Quotient de Danger total pour l'exposition par ingestion attribuable aux émissions du site OI Veauche pour l'organe cible le plus touché (le système rénal) est inférieur à 1 (= 1,08.10⁻¹) : les recommandations des autorités sanitaires sont respectées pour l'ensemble des populations potentiellement exposées.

- ⇒ **Le Quotient de Danger total pour l'exposition par ingestion et par inhalation** des cibles potentiellement les plus exposées aux émissions du site OI de Veauche pour l'organe cible le plus touché (le système nerveux) est inférieur à 1 ($= 8,45 \cdot 10^{-1}$) : les recommandations des autorités sanitaires sont respectées.

9.3.4.3 Résultats pour les effets sans seuil

L'évaluation des effets sans seuil consiste à sommer l'ensemble des Excès de Risques Individuels (ERI), pour calculer un ERI tout effet sans seuil confondu.

- **Exposition par inhalation :**

Il s'agit de comparer les concentrations modélisées en moyenne annuelle aux Valeurs Toxicologiques de Référence établies pour une exposition chronique pour les effets sans seuil.

Tableau 26 : Effets sans seuil - Exposition par inhalation

Polluant / substance	N°CAS	Concentration attribuable au site OI de Veauche modélisée en moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	VTR pour les effets sans seuil par inhalation ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Référence	Excès de Risque Individuel (ERI) pour l'exposition par inhalation
NO2	10102-44-0	12,2			
SO2	7446-09-5	11,7			
CO	630-08-0	2,0			
HCl	7647-01-0	0,4			
HF	7664-39-3	0,1			
H2S	04/06/7783	0,1			
PM10	-	0,6	-	-	
PM2,5	-	0,5	-	-	
Composés Organiques Volatils (COV)	Voir ci-après les COV spécifiques				
formaldéhyde	50-00-0	3,94E-01	-	-	
Phénol	108-95-2	3,94E-01	-	-	
Fluoranthène	206-44-0	1,45E-06	6,00E-07	Choix INERIS (US-EPA, 2017)	3,74E-13
Métaux	Voir ci-après les métaux spécifiques				
Arsenic	7440-38-2	1,15E-02	1,50E-04	TCEQ 2012 (Texas Commission on Environmental Quality) (retenu par l'Anses, 2018)	7,37E-07
Cadmium	7440-43-9	3,02E-04	1,30E-03	-	1,68E-07
Chrome	16065-83-1/7440-47-3	9,05E-03	-	-	
Chrome VI	18540-29-9	8,16E-06	4,00E-02	IPCS 2013 (retenu par l'Anses, 2015)	1,40E-07
Cobalt	7440-48-4	2,51E-05	7,70E-03	OEHHA, 2020	8,28E-08
Cuivre	7440-50-8	1,06E-03	-	-	
Etain	7440-31-5	2,67E-02	-	-	
Mercure	7439-97-6	1,22E-03			
Manganèse	7439-96-5	8,99E-03			
Nickel	7440-02-0	1,60E-03	1,70E-04	TCEQ 2011 (Texas Commission on Environmental Quality) (retenu par l'Anses, 2018)	1,17E-07
Plomb	7439-92-1	2,36E-02	1,20E-05	OEHHA, 2011 (retenu par l'INERIS, 2013)	1,22E-07
Antimoine	7440-36-0	4,66E-04			
Sélénium	7782-49-2	7,40E-03	-	-	
Thallium	7440-28-0	2,09E-04			
Vanadium	7440-62-2	5,53E-04			
Excès de Risque Individuel (ERI) total pour l'exposition par inhalation					1,37E-06

⇒ **L'Excès de Risque Individuel total pour l'exposition par inhalation attribuable aux émissions OI de Veauche est inférieur à 10^{-5} ($= 1,37.10^{-6}$).**

- **Exposition par ingestion :**

Tableau 27 : Effets sans seuil - Exposition par ingestion

Polluant / substance	Dose Journalière d'Exposition attribuable au site OI de Veauche pour la vie entière (mg/kg/j)	VTR pour les effets sans seuil par ingestion (mg/kg/j) ¹	Référence	Excès de Risque Individuel (ERI) pour l'exposition par ingestion
Arsenic	4,06E-06	1,50E+00	US-EPA, 2009 et OEHHA, 1998 (retenu par l'INERIS, 2010)	6,10E-06
Cadmium				-
ChromIII				-
ChromeVI	3,55E-09	0,5	OEHHA 2011 (retenu par l'Anses, 2018)	1,77E-09
Cobalt				
Cuivre				-
Etain				
Mercure				-
Manganèse				-
Nickel				-
Plomb	1,27E-05	8,50E-03	OEHHA, 2011 (retenu par l'INERIS, 2013)	1,08E-07
Antimoine				-
Thallium				-
Vanadium				-
Excès de Risque Individuel (ERI) total pour l'exposition par ingestion				6,21E-06

⇒ L'Excès de Risque Individuel total pour l'exposition par ingestion attribuable aux émissions du site OI de Veauche est inférieur à 10^{-5} ($= 6,21.10^{-6}$) : les recommandations des autorités sanitaires sont respectées pour l'ensemble des cibles potentielles.

⇒ **L'Excès de Risque Individuel total pour l'exposition par ingestion et par inhalation des cibles potentiellement les plus exposées aux émissions du site OI de Veauche est inférieur à 10^{-5} ($= 7,57.10^{-6}$) : les recommandations des autorités sanitaires sont respectées.**

9.3.4.4 Conclusion

Pour les cibles les plus exposées aux concentrations atmosphériques et dépôts totaux attribuables aux émissions du site OI de Veauche, les conclusions de l'étude sont les suivantes :

- Les objectifs de qualité de l'air et valeurs limites pour la protection de la santé humaine pour les oxydes d'azote (assimilés au NO₂), le dioxyde de soufre (SO₂), les particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) et le monoxyde de carbone (CO) sont respectées.
 - Le Quotient de Danger total, pour l'organe cible le plus exposé, pour l'exposition par inhalation et par ingestion est inférieur à 1 : les recommandations des autorités sanitaires pour les effets à seuil sont respectées.
 - L'Excès de Risque Individuel total pour l'exposition par inhalation et par ingestion est inférieur à 10⁻⁵ : les recommandations des autorités sanitaires pour les effets sans seuil sont respectées.
- ⇒ **Nous pouvons conclure que les émissions attribuables aux émissions du site OI de Veauche respectent les recommandations des autorités sanitaires.**

10 Incertitudes

10.1 Introduction

Cette Evaluation du Risque Sanitaire (ERS) a été conduite en utilisant dans un principe de prudence et de proportionnalité, les méthodes et les données recommandées par les organismes experts, en priorité et l'INERIS et de façon complémentaire l'US-EPA et l'OMS.

Néanmoins, la démarche d'ERS s'accompagne nécessairement d'une part d'incertitudes qui proviennent de lacunes ou d'imprécisions des données et de l'obligation de fixer des hypothèses.

Les hypothèses ont été fixées autant que possible dans le sens de la sécurité, dans le but de privilégier une surestimation des risques sanitaires.

Les principales sources d'incertitudes qui sous-estiment ou surestiment les risques sont :

- L'extrapolation de données toxicologiques à partir d'études épidémiologiques et d'expérimentations sur l'animal ;
- Les incertitudes sur la quantification des émissions et donc sur le choix des substances d'intérêt, y compris sur la nature des substances émises ;
- Les incertitudes liées au modèle de dispersion atmosphérique utilisé ;
- Les incertitudes sur les calculs d'exposition par ingestion ;
- Les incertitudes sur l'exposition des populations et sur la variabilité des êtres humains aux différents facteurs.

Il n'est pas envisageable actuellement de quantifier l'incertitude sur le risque sanitaire final. L'objectif de ce chapitre est de présenter les principales incertitudes.

L'évaluation des risques sanitaires ne doit pas être lue comme le taux de mortalité attendu dans la population exposée, mais comme une estimation du risque potentiel fondé sur les connaissances à la date d'élaboration de l'étude et sur un certain nombre d'hypothèses conservatives.

10.2 Incertitudes sur les données toxicologiques

Les valeurs toxicologiques de référence pour les effets à seuil comme pour les effets sans seuil sont fondées sur :

- Des études épidémiologiques (cohorte de travailleurs soumise à des expositions professionnelles).
- Des expérimentations sur l'animal en attribuant aux résultats des facteurs d'incertitudes.

Il est important de noter que :

- l'homme ne réagit pas nécessairement comme l'animal,
- les données sur l'animal sont elles-mêmes soumises aux incertitudes liées aux protocoles expérimentaux (nombre d'animaux, dosage, voie d'administration des produits, durée des tests,...),
- l'extrapolation par des modèles mathématiques de résultats expérimentaux d'exposition à fortes concentrations, à des expositions chroniques à très faibles doses génère des biais sur les résultats,
- tous les produits n'ont pas été étudiés (les bases de données des valeurs toxicologiques de référence recensent environ 600 produits documentés),
- le manque de données sur certains produits particuliers oblige souvent à les assimiler à un produit de la même famille,
- pour les substances à effets à seuil, dont les mécanismes d'action toxique sont similaires, le principe de prudence conduit en première approche à ajouter les Quotient de Danger (QD),
- les effets de synergie (sous-estimation des risques) ou d'antagonisme (surestimation des risques) des différents composés ne peuvent pas être pris en compte.

10.3 Incertitudes sur la quantification des émissions

Les émissions ont été quantifiées sur la base :

- des Valeurs Limites à l'Emission (VLE) réglementaires pour les polluants réglementés,
- des valeurs d'émission attendues pour les polluants non réglementés (répartition des métaux) : ces émissions ne peuvent en aucun cas être considérées comme des garanties à l'émission,
- du dimensionnement des installations (débit nominal de fumées),
- du nombre d'heures d'émission annuelles.

la démarche appliquée, laquelle consiste à faire respecter toutes les combinaisons de VLE réglementaires et des VLE suggérées dans les NEA-MTD, ne permet pas d'atteindre les VLE réglementaire prescrites pour la famille ETM. La démarche appliquée conduit à des concentrations à l'émission **plus faibles** que celle prescrites par la réglementation ou suggérée par les NEA-MTD, notamment pour les familles Sb + Cr + Cu + Mn + V + Sn, As + Co + Ni + Cd + Se + CrVI et As + Co + Ni + Cd + Se + CrVI + Sb + Pb + Cr3 + Cu + Mn + V + Sn

Ces hypothèses conduisent à **majorer** les émissions réelles attendues de l'installation dans sa configuration envisagée.

10.4 Incertitudes liées au modèle de dispersion atmosphérique

Le modèle utilisé est ARIA Impact, modèle gaussien.

Ces incertitudes du modèle proviennent :

- des hypothèses concernant les données d'entrée du modèle,
- du modèle lui-même, qui utilise une formulation mathématique réductrice des phénomènes physiques mis en œuvre lors des phénomènes de transport et de dispersion des polluants.

Les hypothèses d'entrée du modèle sont :

- les données météorologiques de la station météorologique la plus proche du site (données tri-horaires sur les 3 dernières années),
- les discontinuités des directions de vent (+/- 10°),
- l'utilisation d'une table de contingence nébulosité x vitesse de vent pour déterminer des classes de stabilité discontinues,
- le choix d'une valeur d'albédo identique pour l'année (non prise en compte des périodes de neige par exemple),
- le choix d'un coefficient de rugosité unique pour l'ensemble des domaines (prairies, zones d'habitat ou urbaines, forêts).
- Le modèle de type gaussien avec un modèle à « bouffée » pour prendre en compte les vents faibles (\leq à 1 m/s).

Les principales incertitudes du modèle sont :

- un manque de précision à moins de 100 m de la source (se traduisant en général par une surestimation de l'exposition),
- la non prise en compte des obstacles en champ proche.

Le modèle ARIA Impact est cité dans le Guide méthodologique de l'INERIS parmi les logiciels susceptibles d'être utilisés pour la modélisation de rejets atmosphériques chroniques.

10.5 Incertitudes liées aux calculs d'exposition par ingestion

L'évaluation de l'exposition par ingestion est réalisée avec MODUL'ERS, développé par l'INERIS.

Les principales incertitudes du modèle sont les suivantes :

- **Evolution des concentrations dans le sol et persistance :**

A défaut de données suffisamment fiables permettant la prise en compte des phénomènes d'atténuation naturelle des polluants dans le sol (ruissellement, érosion, lixiviation, volatilisation et dégradation), ceux-ci n'ont pas été pris en compte.

- **Hypothèse sur la biodisponibilité :**

Pour les calculs d'exposition, nous avons fait l'hypothèse que la totalité des polluants bioaccumulables / persistants présents dans les sols et les végétaux (voies d'exposition retenues pour l'ingestion) sont biodisponibles. Cette hypothèse est pénalisante.

- **La non prise en compte de l'exposition par voie cutanée :**

Dans son rapport de Mise à jour de l'étude d'évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion, décembre 2004, l'INERIS montre que cette voie d'exposition est négligeable par rapport à l'exposition par ingestion.

- **Conclusion :**

Les modèles utilisés comportent des incertitudes, mais présentent les avantages suivants :

- Permet de ne pas retenir d'hypothèses discutables sur les temps d'exposition (variabilité des déplacements dans la population : départ en vacances et durée des vacances selon âge de la population, classe sociale, ...).
- Approche suffisamment simple pour être opérationnelle.

L'exposition par inhalation au niveau des cibles potentiellement les plus exposées aux concentrations atmosphériques a été ajoutée à l'exposition par ingestion calculée au niveau des cibles

potentiellement les plus exposées aux dépôts totaux : hypothèse majorante et « enveloppe » de l'exposition des populations potentiellement concernées.

Ce niveau d'approche permet de conduire au respect des recommandations des autorités sanitaires. Il ne nécessite donc pas d'affiner les hypothèses.

10.6 Incertitudes sur l'exposition des populations et sur la variabilité des êtres humains aux différents facteurs

Il a été considéré qu'il pouvait y avoir présence d'habitation (présence d'adultes et d'enfants), de jardins et d'usages agricoles. Cette approche est considérée comme « enveloppe » de l'ensemble des cibles potentiellement exposées.

Pour ces cibles, il a été considéré de façon pénalisante que les populations étaient exposées 24 h/24 pendant 30 ans (durée maximale de résidence dans le même logement de 90 % de la population), aux concentrations maximales modélisées).

Notons que la durée généralement utilisée comme durée de référence d'une installation dans une configuration donnée correspond à 30 ans.

Il n'est pas tenu compte des déplacements en dehors du domaine d'étude, ni dans le domaine d'étude.

De nombreux facteurs relatifs à la diversité génétique (métabolisme, sensibilité au polluant, ...), au mode de vie (régime alimentaire, sédentarité,...), à l'état de santé (âge, immunodéficience, ...) ne peuvent être intégrés dans l'étude de risque sanitaire (sinon par un coefficient d'incertitude supplémentaire sur les valeurs toxicologiques de référence).

10.7 Conclusion sur les incertitudes

Les hypothèses prises pour les valeurs des variables d'entrée de l'Evaluation des Risques Sanitaires et les coefficients de sécurité pris à chaque étape du processus, rendent peu probable une sous-estimation du risque pour les populations.

Rappelons que les indices de risque calculés sont des indicateurs évalués avec les connaissances techniques du moment.

11 Synthèse et conclusions

11.1 Méthodologie

La méthodologie suivie dans cette étude se réfère au guide méthodologique de l'INERIS « *Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires* » (septembre 2021).

11.2 Evaluation et interprétation de l'état des milieux

L'évaluation et l'interprétation de l'état des milieux (IEM) a pour objectif d'évaluer si les émissions OI de Veauche contribuent à dégrader l'état des milieux et si la situation actuelle de l'environnement est compatible avec les usages.

L'IEM se base sur les résultats de mesures obtenus lors de deux campagnes de mesures qui se sont déroulées en novembre 2023 et en février 2024. Ces campagnes ont consisté à mesurer dans l'air ambiant une série de substances gazeuses et particulaires pouvant être associées à des traceurs d'émission du site OI de Veauche.

Pour l'ensemble des substances recherchées, aucune dégradation de l'environnement n'est identifiée (points d'impact autant exposés que les points témoins servant de référence).

Concernant les polluants réglementés, les concentrations mesurées sur le secteur d'étude respectent les valeurs de références réglementaires. Notons toutefois des dépassements des recommandations de l'OMS pour le dioxyde d'azote (NO₂) et les particules PM₁₀ et PM_{2.5}, tout en restant du même ordre de grandeur excepté pour les PM_{2.5}. Pour une partie des composés recherchés dans l'air (arsenic, cadmium, nickel, chrome VI, cobalt), les limites métrologiques ne permettent pas de conclure, dans la mesure où les limites de quantification sont supérieures aux VTR ou aux valeurs cibles réglementaires disponibles.

En conclusion, le projet est situé dans une zone sensible pour la qualité de l'air du fait de la présence de diverses industries associées aux activités de l'agroalimentaire, au traitement des déchets ou la métallurgie. A noter également la présence d'un maillage de voies de circulation dense, caractéristique d'espaces urbanisés, et de zones d'habitations.

Cette sensibilité peut toutefois être qualifiée de mineure au regard des concentrations observées pour chaque paramètre qui restent très proches des objectifs de qualité et inférieures aux valeurs limites réglementaires.

11.3 Evaluation des risques sanitaires

Nota : Les hypothèses prises pour les valeurs des variables d'entrée de l'Evaluation du Risque Sanitaire et les coefficients de sécurité pris à chaque étape du processus, rendent peu probable une sous-estimation du risque pour les populations.

L'étude a été menée :

- En considérant les concentrations à l'émission prescrites dans la réglementation pour les polluants réglementés.
- En intégrant une modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions (avec le modèle ARIA IMPACT) ;
- En évaluant l'impact pour l'exposition par ingestion aux dépôts atmosphériques à l'aide de l'outil MODUL'ERS développé par l'INERIS.

Pour les cibles potentiellement les plus exposées aux concentrations atmosphériques et dépôts totaux attribuables aux émissions du site OI de Veauche, les conclusions de l'étude sont les suivantes :

- Les objectifs de qualité de l'air et valeurs limites pour la protection de la santé humaine pour les oxydes d'azote (assimilés au NO₂), le dioxyde de soufre (SO₂), les particules (PM10 et PM2,5) et le monoxyde de carbone (CO) sont respectées.
 - Le Quotient de Danger total, pour l'organe cible le plus exposé, pour l'exposition par inhalation et par ingestion est inférieur à 1 : les recommandations des autorités sanitaires pour les effets à seuil sont respectées.
 - L'Excès de Risque Individuel total pour l'exposition par inhalation et par ingestion est inférieur à 10⁻⁵ : les recommandations des autorités sanitaires pour les effets sans seuil sont respectées.
- ⇒ **Nous pouvons conclure que les émissions attribuables aux émissions du site OI de Veauche respectent les recommandations des autorités sanitaires.**

Annexe 1 :

Comparaison entre les concentrations à l'émission prises en compte et les mesures

Tableau 28 : comparaison entre les concentrations à l'émission retenues et les mesures disponibles

Substance	Concentrations à l'émission retenues (mg/m3)	Valeurs moyennes mesurées(mg/m3)	Part de la mesure dans la concentration moyenne à l'émission considérée	Valeurs max mesurées (mg/m3)	Part de la mesure dans la concentration à l'émission max considérée
Sb	2,06E-02	1,21E-03	5,9%	1,721	8,3%
As	5,49E-01	5,18E-02	9,4%	141,3	25,7%
Cd	1,38E-02	1,30E-03	9,4%	1,62	11,7%
Cr	4,28E-01	2,51E-02	5,9%	57,49	13,4%
CrVI	3,95E-04	3,73E-05	9,4%	0	0,0%
Co	1,22E-03	1,15E-04	9,4%	0,2653	21,8%
Cu	5,10E-02	2,99E-03	5,9%	5,158	10,1%
Mn	4,35E-01	2,55E-02	5,9%	65,31	15,0%
Ni	7,76E-02	7,33E-03	9,4%	11,82	15,2%
Pb	1,00E+00	6,96E-02	7,0%	102,6	10,3%
Tl	1,01E-02	4,70E-04	4,6%	1,061	10,5%
V	2,68E-02	1,57E-03	5,9%	2,581	9,6%
Hg	6,18E-02	2,88E-03	4,6%	6,281	10,2%
Sn	1,24E+00	7,28E-02	5,9%	104	8,4%
Se	3,58E-01	3,38E-02	9,4%	76,3	21,3%

Annexe 2 :

Comparaison des flux horaires en fonctionnement normal et pendant les 250 heures sans traitement des fumées

Tableau 29 : Comparaison des flux horaire de substances avec et sans traitement des fumées (kg/h)

Substance	Avec traitement des fumées cheminée 1	Sans traitement des fumées cheminée 1	Rapport sans traitement/avec traitement
SO ₂	16,42	11,2	68,1%
NO _x	18,98	51,1	269,3%
PM ₁₀	0,55	5,8	1056,1%
PM _{2,5}	0,55	5,8	1056,1%
COVT	0,55	0,1	17,3%
CO	2,74	0,1	2,8%
HF	0,14	0,4	291,3%
HCl	0,55	1,6	288,1%
Fluoranthène	0,00	2,02E-06	-
Sb	5,64E-04	2,42E-03	428,7%
As	1,50E-02	2,09E-02	139,3%
Cd	3,78E-04	1,15E-03	304,1%
Cr	1,17E-02	2,13E-02	182,2%
Co	nd	nd	-
Cu	1,40E-03	1,72E-03	123,2%
Mn	1,19E-02	9,50E-04	8,0%
Ni	2,12E-03	1,55E-03	72,9%
Pb	2,74E-02	1,67E-01	608,7%
Tl	2,77E-04	2,68E-04	96,9%
V	7,33E-04	2,91E-05	4,0%
Hg	1,69E-03	1,13E-03	67,0%
Sn	3,40E-02	8,20E-02	241,2%
Se	9,80E-03	4,19E-03	42,8%



Annexe 3 :

Rapport MODUL'ERS