



Suivi des dioxines et métaux lourds dans les retombées à proximité de SHMVD

Du 3 au 31 août 2022

CONDITIONS DE DIFFUSION

Diffusion libre pour une réutilisation ultérieure des données dans les conditions ci-dessous :

- Les données produites par ATMO Grand Est sont accessibles à tous sous licence libre «**ODbL v1.0**».
- Sur demande, ATMO Grand Est met à disposition les caractéristiques des techniques de mesures et des méthodes d'exploitation des données mises en œuvre ainsi que les normes d'environnement en vigueur et les guides méthodologiques nationaux.
- ATMO Grand Est peut rediffuser ce document à d'autres destinataires.
- Rapport non rediffusé en cas de modification ultérieure des données.

PERSONNES EN CHARGE DU DOSSIER

Rédaction : *Morgane Kessler, Chargée d'études Unité Surveillance et Etudes Réglementaires*
Relecture : *Christelle Schneider, Ingénieure d'étude Unité Surveillance et Etudes Réglementaires*
Approbation : *Bérénice Jenneson, Responsable Unité Surveillance et Etudes Réglementaires*

Référence du modèle de rapport : COM-FE-001_7

Référence du projet : 00594

Référence du rapport : SURV-EN-822 indice 1

Date de publication : 20/02/2022

ATMO Grand Est

Espace Européen de l'Entreprise – 5 rue de Madrid – 67300 Schiltigheim

Tél : 03 69 24 73 73

Mail : contact@atmo-grandest.eu

Niveau : concentration d'un polluant dans l'air ambiant.

Polluant : toute substance introduite directement ou indirectement par l'homme dans l'air ambiant et susceptible d'avoir des effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble.

Pollution de fond : dans sa dimension géographique, la pollution de fond représente l'exposition d'une population, en milieu rural ou urbain, non directement soumise à une pollution industrielle ou trafic de proximité. Cette pollution de fond ne doit pas être confondue avec le fond de pollution qui exprime la dose ambiante sur une longue période.

Pollution de proximité : la pollution de proximité représente l'exposition d'une population directement soumise à une pollution industrielle ou de proximité trafic.

Valeur limite : niveau fixé sur la base de connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

Objectif de qualité de l'air : niveau à atteindre à long terme et à maintenir sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Valeur cible : niveau fixé sur la base de connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble.

Seuil d'information et de recommandation : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates.

Seuil d'alerte : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Profil journalier moyen : moyenne des concentrations horaires sur la période de mesure pour chaque heure de la journée.

Percentile : pour un percentile X, ne pas dépasser une valeur limite signifie que X% des jours (ou des heures pour un percentile horaire) ayant fait l'objet de mesures doivent présenter des valeurs journalières (ou horaires) inférieures à cette valeur limite.

Polluant primaire : polluant de l'air émis directement par une source donnée.

Polluant secondaire : polluant qui n'est pas émis directement en tant que tel, mais se formant lorsque d'autres polluants (polluants primaires) réagissent dans l'atmosphère.

PCDD/F : Polychlorodibenzoparadiioxines (PCDD) et Polychlorodibenzofurannes (PCDF). Ces deux familles appartiennent aux hydrocarbures Aromatiques Polycycliques Halogénés (HPAH). Leur structure est très proche : ils sont constitués de 2 cycles aromatiques liés par un (PCDF) ou deux (PCDD) ponts oxygène.

pg : picogramme – 10^{-12} g

fg : femtogramme – 10^{-15} g

I-TEQ fg/m³ : Concentration totale en PCDD/F après pondération des concentrations de chaque congénère par leur facteur toxique (I-TEF)

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
1. PRESENTATION DE L'ETABLISSEMENT ET CONTEXTE DE L'ETUDE	2
2. METHODE ET MOYENS MIS EN OEUVRE	2
2.1. POLLUANTS ETUDIES	2
2.1.1. Les dioxines et furannes.....	2
2.1.2. Les métaux lourds.....	5
2.2. VALEURS DE REFERENCE	8
2.3. METHODES DE MESURES.....	9
2.3.1. Les mesures dans les retombées atmosphériques	9
2.4. STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE	10
2.4.1. Sites de mesures	10
2.4.2. Stratégie temporelle de prélèvement.....	12
2.5. LIMITE DE L'ETUDE	12
3. RESULTATS	13
3.1. CONDITIONS METEOROLOGIQUES.....	13
3.1.1. Vent	13
3.1.2. Précipitations.....	15
3.1.3. Températures	16
3.2. MESURES DANS LES RETOMBEES ATMOSPHERIQUES	16
3.2.1. Dioxines et furannes	16
3.2.2. Métaux lourds.....	20
4. CONCLUSION	25
ANNEXES	26

INTRODUCTION

Dans le cadre de la surveillance annuelle de l'impact sur l'environnement de l'Unité de Valorisation Énergétique et Agronomique des déchets ménagers et assimilés (UVEA) sur le territoire de Chaumont (52), et conformément à l'article 31 de l'arrêté ministériel du 20 septembre 2002, VEOLIA Propreté sollicite l'aide d'ATMO Grand-Est pour la réalisation de mesures de qualité de l'air depuis 2020.

Cette étude s'inscrit par ailleurs, dans le cadre de l'action 2 (évaluer les inégalités d'exposition) du Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air 2017-2022 d'ATMO Grand Est qui souhaite poursuivre l'évaluation de la qualité de l'air à proximité des installations de valorisation énergétique. Elle a pour objectif :

- D'évaluer les niveaux de polluants dans l'environnement du centre de valorisation énergétique dans les retombées atmosphériques de l'environnement du site,
- De comparer ces niveaux avec les valeurs de référence existantes (bibliographie ou issues d'autres campagnes de mesure) et avec la réglementation.

Ce rapport présente la synthèse des mesures réalisées en 2022 du 3 au 31 août 2022 à proximité de l'UVE pour les dioxines/furannes et métaux lourds dans les retombées atmosphériques.

1. PRESENTATION DE L'ETABLISSEMENT ET CONTEXTE DE L'ETUDE

L'Unité de Valorisation Energétique Société Haut-Marnaise de la Valorisation des Déchets (SHMVD) est située sur le territoire de la commune de Chaumont dans le département de la Haute-Marne (cf. figure 1).



Figure 1 : L'Unité de Valorisation Energétique de SHMVD

Dans le cadre de la surveillance annuelle de l'impact sur l'environnement de SHMVD et conformément à l'arrêté préfectoral n°2045 du 11 août 2011, SHMVD doit réaliser des mesures en dioxines, furanes et métaux lourds dans les retombées atmosphériques à proximité de l'usine.

2. METHODE ET MOYENS MIS EN OEUVRE

2.1. POLLUANTS ETUDIES

2.1.1. Les dioxines et furannes

Les dioxines regroupent deux grandes familles de composés : les polychlorodibenzoparadioxines (PCDD) et les polychlorodibenzofurannes (PCDF). Ces deux familles appartiennent à la classe des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques Halogénés (HPAH). Il s'agit de composés organo-chlorés, composés de deux cycles aromatiques, d'oxygènes et de chlores. Ils se forment essentiellement lors de processus chimiques industriels (i.e. synthèse de dérivés chlorés) ou de processus de combustion mal maîtrisés ou dont l'efficacité n'est pas maximale.



Figure 2 : Formule chimique des PCDD (gauche) et des PCDF (droite)

Les dioxines sont des composés présentant une **grande stabilité chimique**, qui augmente avec le nombre d'atomes de chlore. Peu volatiles, elles sont dispersées dans l'atmosphère sous la forme de très fines particules pouvant être transportées sur de longues distances par les courants atmosphériques. Peu solubles dans l'eau, elles ont en revanche une grande affinité pour les graisses. De ce fait, elles s'accumulent dans les tissus adipeux des animaux et des humains, notamment le lait. Elles se concentrent ainsi le long de la chaîne alimentaire et peuvent atteindre des concentrations supérieures aux objectifs recommandés pour les humains, les animaux d'élevage et la faune.

Il existe plus de 210 dioxines et furannes, 17 congénères sont reconnus comme particulièrement toxiques, avec une toxicité variable d'un congénère à l'autre. Les résultats des analyses du mélange de PCDD/PCDF sont généralement exprimés en utilisant le calcul d'une quantité toxique équivalente (I-TEQ : International-Toxic Equivalent Quantity).

Impact sur la santé/l'environnement

Une exposition court terme à forte dose chez l'homme peut entraîner des lésions cutanées (chloracné) et une altération de la fonction hépatique. Une exposition prolongée peut endommager le système immunitaire, perturber les systèmes nerveux et endocrinien. La dioxine de Seveso (2,3,7,8 TCDD) est la seule dioxine reconnue cancérigène pour l'Homme, d'après le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC). Cependant, plusieurs autres dioxines sont reconnues comme étant tératogènes et induisant des baisses de la fertilité, ainsi que des troubles endocriniens.

La toxicité potentielle des 17 congénères est exprimée par rapport au composé le plus toxique (2,3,7,8-TCDD), en assignant à chaque congénère un coefficient de pondération appelé I-TEF (International - Toxic Equivalent Factor). Ainsi, on attribue à la molécule de référence un I-TEF égal à 1.

La quantité toxique équivalente I-TEQ est obtenue par la somme des concentrations de chaque congénère pondérée par leur TEF, et exprimée en pg I-TEQ/m²/j, soit :

$$I-TEQ = \sum (C_i \times TEF_i)$$

Où C_i et TEF_i sont la concentration et le TEF du congénère i contenu dans le mélange.

La quantité toxique équivalente maximale I-TEQ MAX est calculée en utilisant les valeurs limites de détection pour les congénères non détectés, c'est-à-dire le cas le plus défavorable.

Il existe deux systèmes de calcul de la toxicité I-TEQ (OTAN et OMS), celui retenu dans ce rapport est celui proposé par l'OMS.

Pour la surveillance de SHMVD, les 17 congénères de dioxines et furannes classés toxiques sont mesurés dans les retombées atmosphériques.

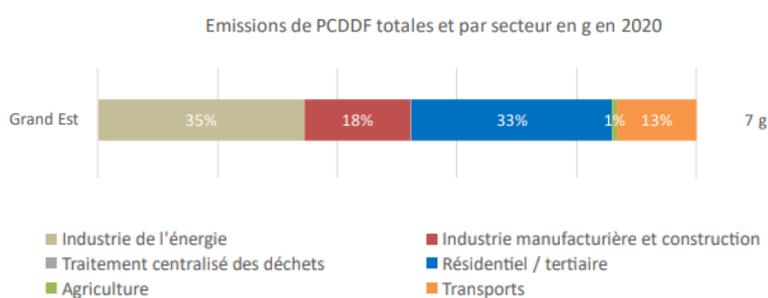
Congénère	I-TEF	Congénère	I-TEF
Dioxines		Furannes	
2,3,7,8 TCDD	1	2,3,7,8 TCDF	0,1
1,2,3,7,8 PeCDD	1	1,2,3,7,8 PeCDF	0,05
1,2,3,4,7,8 HxCDD	0,1	2,3,4,7,8 PeCDF	0,5
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0,1	1,2,3,4,7,8 HxCDF	0,1
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,1	1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,1
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0,01	2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,1
OCDD	0,0001	1,2,3,7,8,9 HxCDF	0,1
		1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,01
		1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	0,01
		OCDF	0,0001

Tableau 1 : Facteur international d'équivalence toxique (I-TEF) pour les 17 congénères de dioxines/furannes (système OMS 1998)

Emissions des dioxines/furannes dans le Grand Est (source ATMO Grand Est Invent'air V2022)

Les émissions de dioxines proviennent de procédés industriels divers faisant intervenir la combustion incomplète de dérivés aromatiques chlorés ou impliquant la synthèse de dérivés chlorés (incinération des déchets, fonderie, métallurgie, sidérurgie, brûlage de câbles, fabrication d'herbicides et de pesticides, etc.). La pratique de l'écobuage des végétaux et la combustion de bois pour le chauffage résidentiel sont également à l'origine d'émissions de dioxines. La formation de dioxines peut résulter également d'évènements naturels comme les éruptions volcaniques et les feux de forêt.

Dans la région Grand Est, les émissions de PCDD/Fs ont fortement diminué depuis 1990 (facteur 17). Les émissions se sont stabilisées à 8 g/an entre 2017 et 2019 puis ont diminué à 7 g/an sur l'année 2020. Les deux secteurs prépondérants des émissions de PCDD/Fs en 2020 sont l'industrie de l'énergie (35 %) et le résidentiel-tertiaire (33 %).



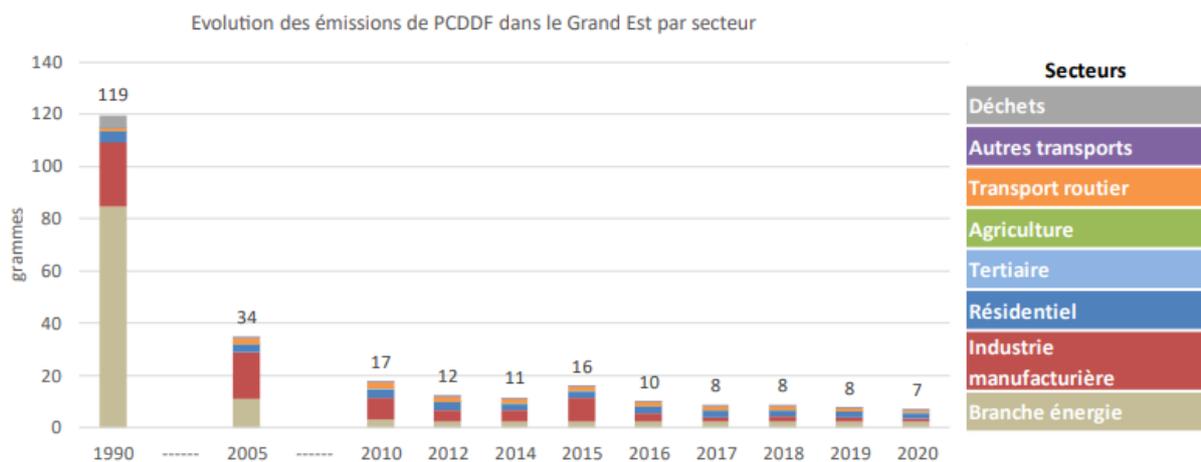


Figure 3 : Répartitions des émissions en PCDD/Fs dans le Grand Est en 2020 (haut) et évolution depuis 1990 (bas)

Remarque : les émissions des UVE sont comprises dans le secteur de l'énergie.

2.1.2. Les métaux lourds

Les métaux lourds sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, mais généralement en quantités très faibles. On dit que les métaux sont présents « en traces ».

Impact sur la santé/l'environnement

Les métaux lourds comprennent non seulement les métaux présents à l'état de trace (cadmium, cuivre, mercure, plomb, etc.), mais aussi des éléments non-métalliques, comme l'arsenic ou l'antimoine (métalloïdes). La plupart d'entre eux, sous forme d'oligo-éléments et à faible dose, sont nécessaires à la vie. Ils peuvent cependant se révéler très nocifs en quantités trop importantes. C'est le cas du fer (Fe), du cuivre (Cu), du zinc (Zn), du nickel (Ni), du cobalt (Co), du vanadium (V), du sélénium (Se), du molybdène (Mo), du manganèse (Mn), du chrome (Cr), de l'arsenic (As) et du titane (Ti). D'autres ne sont pas nécessaires à la vie et sont préjudiciables dans tous les cas, comme le plomb (Pb), le cadmium (Cd) et l'antimoine (Sb). Les métaux lourds s'accumulent dans les organismes vivants et ont des effets toxiques à court et long terme. Certains, comme le cadmium, le chrome et le plomb, sont cancérigènes.

- Le plomb** est un polluant particulièrement toxique pour la santé humaine. Cette toxicité est renforcée la bioaccumulation. La principale voie d'absorption du plomb par l'organisme est digestive, par le lait, l'eau et les boissons. Les écailles de peinture, les poussières présentes en milieu domestique peuvent être ingérées par les jeunes enfants par portage main bouche. L'absorption pulmonaire peut jouer un rôle important pour les expositions professionnelles ou pour les personnes vivant sous les rejets atmosphériques d'entreprises polluantes, puisque 20 % à 30 % du plomb inhalé est absorbé par l'organisme. La toxicité causée à long terme par le plomb est communément appelée « saturnisme ». Elle peut avoir des effets sur les systèmes nerveux, hématopoïétique et cardiovasculaire. A forte dose, le plomb provoque des troubles neurologiques, hématologiques et rénaux. Il peut entraîner chez l'enfant des troubles du

développement cérébral, avec des perturbations psychologiques et des difficultés d'apprentissage scolaire. Le plomb est considéré potentiellement cancérigène pour l'homme.

- Chez l'homme, l'**arsenic** est absorbé à 95 % par voie orale et à 30 à 34 % par inhalation. La voie cutanée est une voie mineure d'absorption. L'inhalation à l'arsenic peut provoquer l'apparition de lésions cutanées et des troubles digestifs, le développement de cancer des voies respiratoires, ainsi qu'une augmentation du risque de mortalité par accident cardiovasculaire. La forme la plus toxique est l'arsenic inorganique qui s'accumule dans la peau, les cheveux et les ongles. A forte dose, il pourrait favoriser l'apparition de cancers des poumons, des reins, etc. L'union européenne a classé certains dérivés de l'arsenic comme « substances que l'on sait être cancérigènes pour l'homme ».
- Les deux principales voies d'absorption du **cadmium** sont l'inhalation et l'ingestion. Le cadmium se concentre principalement dans le foie et les reins (entre 50 % et 70 % de la charge totale) et peut provoquer des troubles de la respiration et des voies urinaires. L'exposition chronique entraîne l'apparition d'une néphropathie irréversible pouvant évoluer vers une insuffisance rénale. Il est classé comme agent cancérigène pour l'homme.
- Pour le **nickel**, il occasionne des perturbations intestinales, convulsions et asphyxie par ingestion d'une dose de 1 à 3 mg par kg de poids corporel. Par contact, les symptômes sont : démangeaisons, dermatites, asthme, inflammations. Par les voies respiratoires, on observe une élévation du nombre de cancers du poumon et des cavités nasales. Il est classé comme agent cancérigène pour l'homme.

Emissions des métaux lourds dans le Grand Est (source ATMO Grand Est Invent'air v2022)

Les métaux lourds sont émis lors de la combustion du charbon et du pétrole. Ils sont également issus de l'incinération des ordures ménagères et de certains procédés industriels. Quatre de ces métaux lourds sont concernés par la réglementation en raison de leur toxicité : le plomb, l'arsenic, le cadmium et le nickel. Ces composés se retrouvent principalement sous forme particulaire dans l'atmosphère. Les métaux toxiques proviennent de la combustion des charbons, pétroles, ordures ménagères... et de certains procédés industriels particuliers. Ils se trouvent généralement dans la phase particulaire, à l'exception du mercure, principalement gazeux.

Pour la surveillance de SHMVD, les métaux lourds suivants sont mesurés dans les retombées atmosphériques et dans l'air ambiant : vanadium (V), chrome (Cr), manganèse (Mn), cobalt (Co), nickel (Ni), cuivre (Cu), zinc (Zn) arsenic (As), sélénium (Se), cadmium (Cd), antimoine (Sb), thallium (Tl), plomb (Pb), chrome VI (Cr VI) et mercure (Hg).

ATMO Grand Est réalise chaque année la description qualitative et quantitative des rejets d'une dizaine de métaux.

A l'échelle du Grand Est en 2020, les émissions de métaux sont principalement issues du secteur industriel et de la construction (As, Cd, Ni, Hg et Cu). Pour sa part, le secteur énergétique contribue de 3 à 20 % des émissions selon les métaux lourds. Le secteur des transports est prépondérant pour le cuivre où il représente 82 % des émissions (caténaïres des voies ferrées), et contribue à 35 % des émissions en plomb (usure, freins).

Les émissions en métaux ont diminué depuis 1990, notamment pour le plomb (facteur 50) et le nickel (facteur 11). Le cuivre a quant à lui vu une baisse moins forte (facteur 3). L'évolution des émissions se stabilise ces dernières années pour la majorité des métaux, excepté pour le mercure étant toujours en diminution ces dernières années.

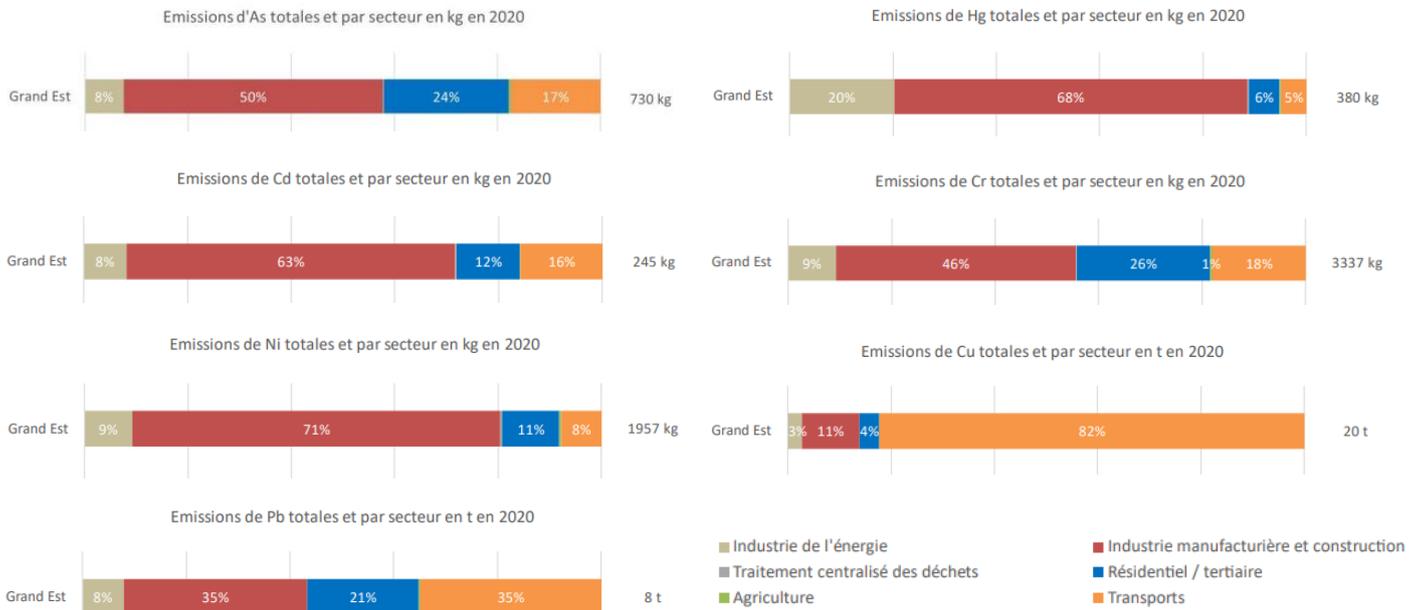
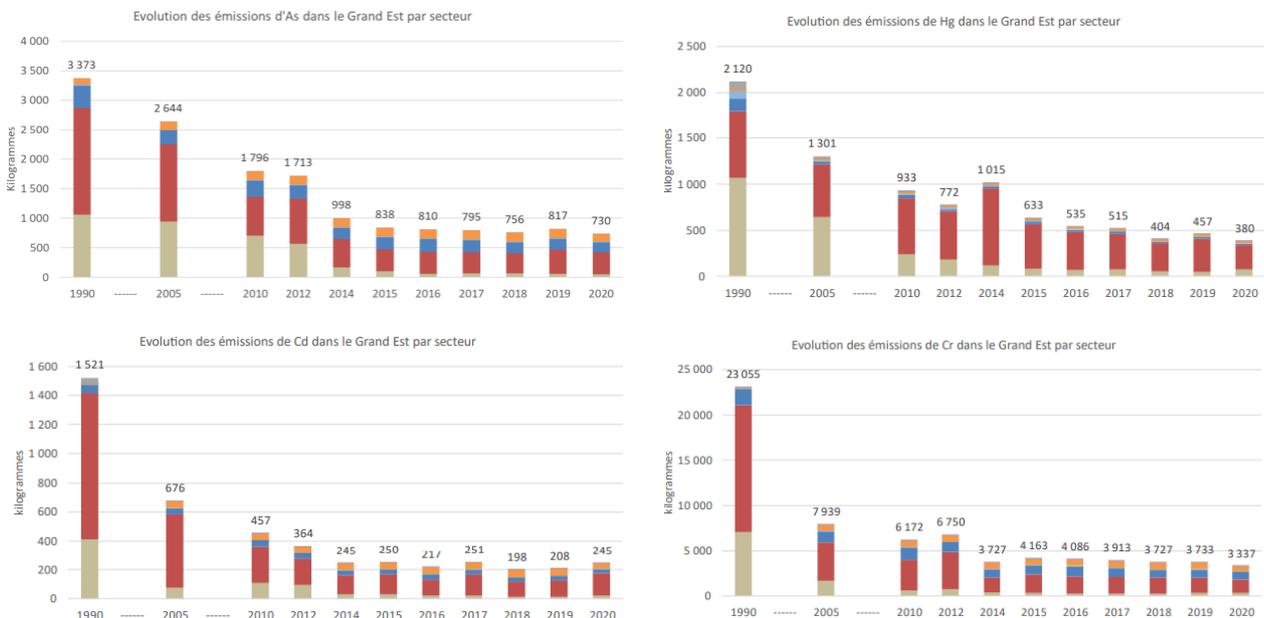


Figure 4 : Répartitions des émissions en arsenic, cadmium, nickel, plomb, mercure, chrome et cuivre dans le Grand Est en 2020



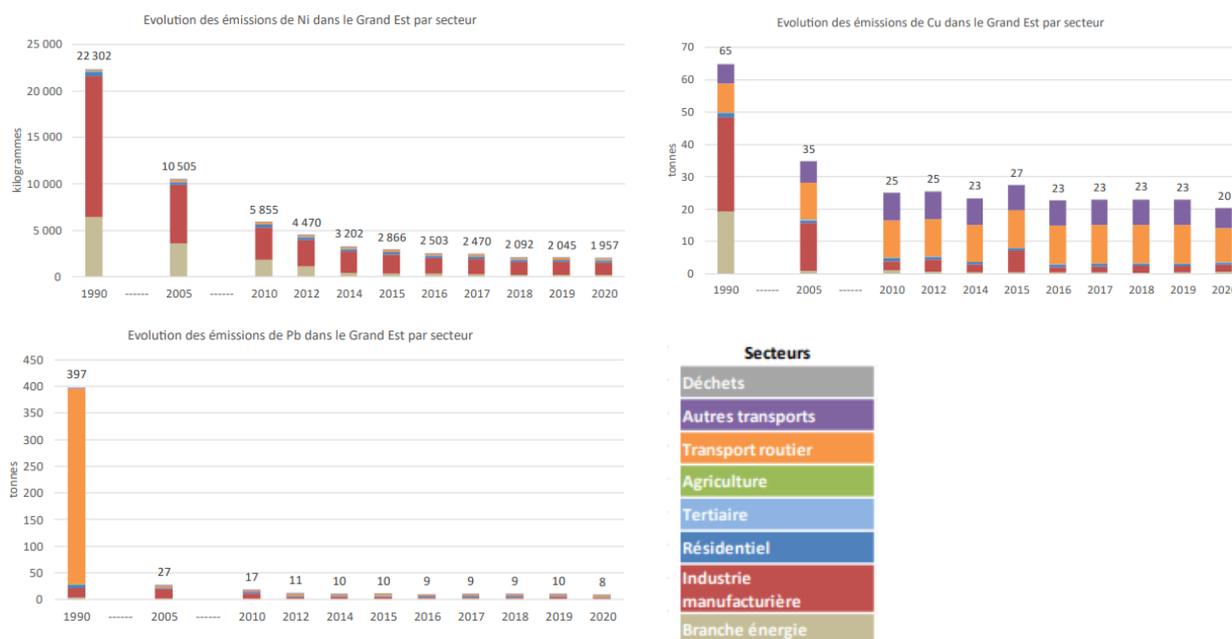


Figure 5 : Répartition et évolution des émissions en en arsenic, cadmium, nickel, plomb, mercure, chrome et cuivre dans le Grand Est de 1990 à 2020

2.2. VALEURS DE REFERENCE

Pour les dioxines et furannes, il n'existe pas de niveau réglementaire dans le cadre des retombées atmosphériques. Cependant, des valeurs typiques peuvent servir de référence aux résultats de mesures, répertoriées dans le document d'accompagnement du Guide sur la surveillance dans l'air autour des installations classées :

Typologie	Dépôts atmosphériques totaux en PCDD/Fs (pg I-TEQ/m ² /j)
Bruit de fond urbain et industriel	0-5
Environnement impacté par des activités anthropiques	5-16
Proximité d'une source	>16

Tableau 2 : Niveaux de dépôts atmosphériques totaux de PCDD/Fs (BRGM, 2011)

Typologie	Dépôts totaux en PCDD/Fs (pg I-TEQ/m ² /j)	
	Moyenne	Médiane
Bruit de fond rural	1,7	1,6
Bruit de fond urbain	3	2
A plus de 500 m sous le vent de l'UIOM	2,8	2,1
Entre 100 et 500 m sous le vent de l'UIOM	3,6	3,3
A moins de 100 m sous le vent de l'UIOM	15,7	6,9

Tableau 3: Niveaux de dépôts atmosphériques totaux de PCDD/Fs (INERIS, 2012)

Il n'existe pas non plus de normes ou valeurs réglementaires européennes et françaises sur les **retombées en métaux**. Les retombées obtenues peuvent être comparées à d'autres résultats de campagnes de

mesures. Le tableau 4 regroupe des valeurs typiques de retombées en chrome, manganèse, nickel, cuivre, arsenic, cadmium, plomb et mercure répertoriées par l'INERIS pour différents environnements.

Typologie	Dépôts atmosphériques totaux en métaux ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)								
	Cr	Mn	Ni	Cu	As	Cd	Pb	Hg	Zn
Bruit de fond rural	2,5	43	3,2	11	0,9	0,4	7	0,1	153
Bruit de fond urbain	4,6	55	4,0	21	1,3	0,5	20	0,1	119
Zone impactée entre 500 et 1000 m de l'UIOM	2,1	35	5,0	31	1	0,3	5	0,3	77
Zone impactée entre 100 et 500 m de l'UIOM	2,8	32	3,2	40	1,4	0,3	11	0,4	125
Zone impactée à moins de 100 m de l'UIOM	29,5	291	25,9	23	2,8	2,8	217	0,5	92

Tableau 4 : Niveaux de dépôts atmosphériques totaux en métaux de référence (étude INERIS en France de 1991 à 2012)

2.3. METHODES DE MESURES

2.3.1. Les mesures dans les retombées atmosphériques

Les retombées atmosphériques totales comprennent :

- Les retombées sèches en l'absence de pluies.
- Les matières solubles et insolubles contenues dans les eaux de pluies recueillies.
- Les matières entraînées ou redissoutes dans les eaux pluviales contenues dans le collecteur de pluie.



Figure 6 : Jauge Owen

La détermination des retombées atmosphériques totales est réalisée au moyen de collecteurs de précipitation selon une technique normalisée. La surface d'exposition des jauges est parfaitement connue, ce qui permet d'évaluer la quantité de dépôts atmosphériques sur une surface donnée.

La durée de prélèvement est relativement longue afin que les concentrations mesurées soient supérieures au seuil de détection analytique : 1 mois/prélèvement. Cette technique nécessite l'installation d'un matériel normalisé. Afin de limiter le développement d'algues ainsi que la photodégradation des analytes, les jauges sont protégées par un film opaque.

Après prélèvement, l'analyse des jauges est effectuée au laboratoire selon les méthodes indiquées dans le tableau ci-dessous :

Polluants	Méthode analytique	Normes de prélèvement et d'analyse		Laboratoire d'analyse
Dioxines et furannes	Chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse haute résolution	NF X 43-014 - Air ambiant - Détermination des retombées atmosphériques totales - Échantillonnage - Préparation des échantillons avant analyses		Micropolluants Technologies
Métaux lourds (V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, As, Se, Cd, Sb, Tl, Zn, Pb et Hg)	Couplage plasma à induction et spectrométrie de masse		NF EN 15841 - Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la détermination des dépôts d'arsenic, de cadmium, de nickel et de plomb	

Tableau 5 : Mesures dans les retombées atmosphériques

Afin de s'assurer de la fiabilité des résultats et qu'aucune contamination n'a eu lieu lors de la préparation des échantillonneurs, un blanc terrain a été mis en place pour le suivi des dioxines et des éléments traces métalliques.

2.4. STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE

2.4.1. Sites de mesures

En conformité avec la méthodologie retenue, 6 sites de prélèvements choisis en concertation entre la DREAL et SHMVD sont positionnés dans et en dehors du panache de SHMVD. Les sites de mesures sont numérotés de 1 à 9 conformément aux points de surveillance environnementale de l'industrie. Il a été choisi de faire les prélèvements sur 6 d'entre eux.

Site 2 :

Distance de SHMVD : 2,6 km

Il s'agit d'un point théoriquement impacté lorsque les vents sont en provenance du nord-est (direction dominante selon l'historique des vents).

Le point 2 est situé dans une zone agricole.



Figure 7 : Site 2

Site 4 :

Distance de SHMVD : 2,7 km

Il s'agit d'un point théoriquement impacté lorsque les vents sont en provenance du sud-ouest (direction dominante selon l'historique des vents avec le nord-ouest).

Le point 4 est situé dans une zone agricole.



Figure 8 : Site 4

Site 6 :

Distance de SHMVD : 0,9 km

Le site 6 est théoriquement impacté lorsque les vents sont en provenance du sud-ouest. Il est le deuxième site le plus proche de l'installation après le site 7.

Il est implanté à proximité de cultures, d'une route nationale ainsi que d'autres activités industrielles.



Figure 9 : Site 6

Site 7 :

Distance de SHMVD : 0,5 km

Le site C est théoriquement impacté lorsque les vents sont en provenance du nord-est. Il s'agit du site le plus proche de l'installation.

Il est implanté à proximité d'une voie ferrée ainsi que d'autres activités industrielles.



Figure 10 : Site 7

Sites 8 et 9 :

Distance de SHMVD du point 8 : 2,0 km

Distance de SHMVD du point 9 : 1,5 km

Les sites 8 et 9 ont été choisis de façon à être représentatifs du bruit de fond, c'est-à-dire des points témoins. Ils sont placés dans des directions de vent minoritaires selon l'historique des vents (sud-est et nord-ouest).

Le site 8 est placé en zone agricole et au sud de la ville de Jonchery et le site 9 à proximité d'une voie ferrée et d'une route départementale.



Figure 11 : Sites 8 (en haut) et 9 (en bas)

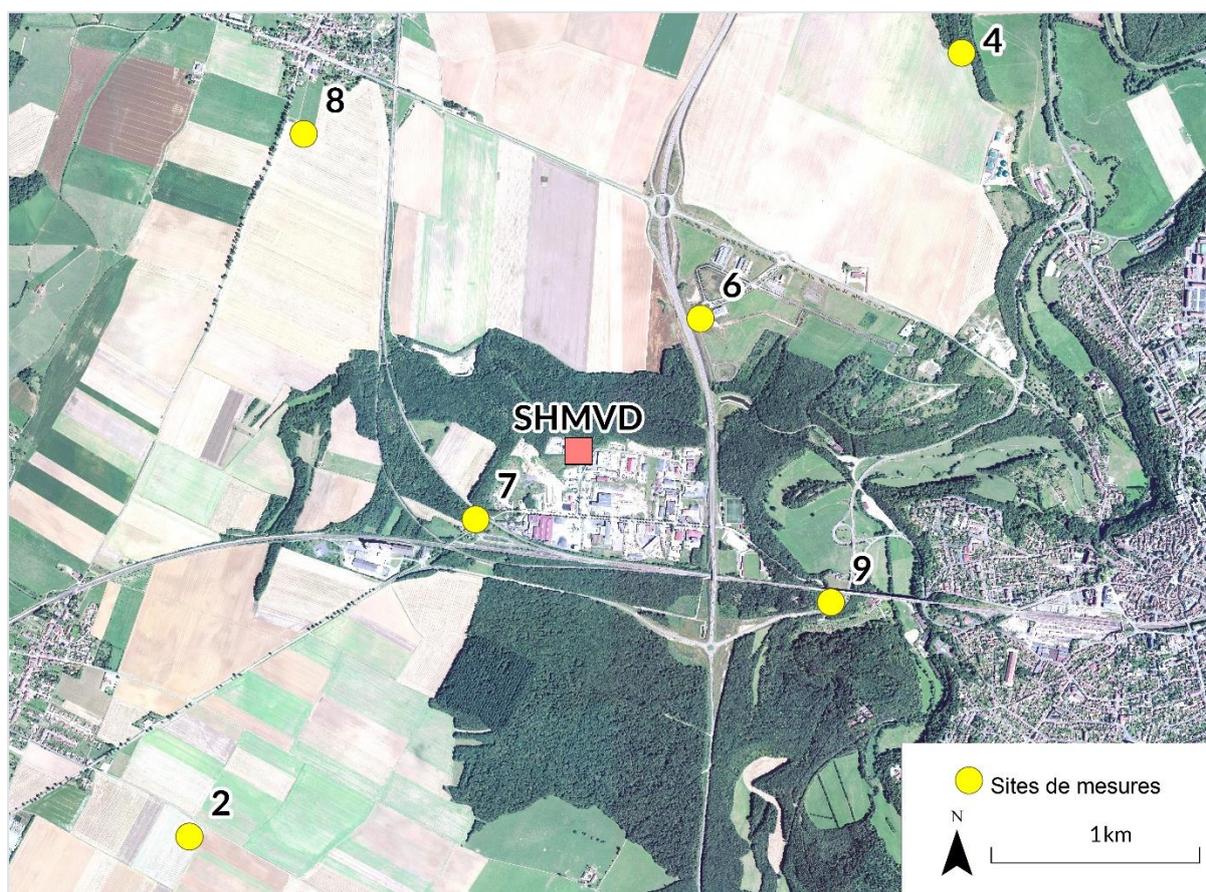


Figure 12 : Emplacement des sites de mesures autour de SHMVD

2.4.2. Stratégie temporelle de prélèvement

Le programme de surveillance de la qualité de l'air à proximité de SHMVD consiste en deux campagnes de mesure pour cette année 2022, les dates de prélèvement sont les suivantes :

- Du 03/08 au 31/08/2022
- Du 01/12 au 29/12/2022

2.5. LIMITE DE L'ETUDE

L'étude est limitée à une investigation concernant l'un des maillons du cycle de la pollution de l'air, celui de la qualité de l'air.

Compte tenu des périodes et de la fréquence des mesures, l'étude permet de qualifier les niveaux observés au regard des valeurs habituellement observées.

Il est également important de préciser que l'air est un compartiment de l'environnement parmi d'autres (sol, eau, organismes). Cette étude doit ainsi être mise en parallèle avec les études des autres milieux afin de comprendre la situation de l'environnement dans sa globalité.

3. RESULTATS

3.1. CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Remarques préalables concernant l'impact des paramètres météorologiques sur la répartition des polluants :

- Le **vent** contrôle la dispersion des polluants. Il intervient tant par sa direction pour orienter les panaches de pollution que par sa vitesse pour diluer et entraîner les émissions de polluants. Une absence de vent ou des vents faibles (< 1,5 m/s) contribuera à l'accumulation de polluants près des sources et inversement.
A noter que lorsque les polluants sont transportés dans une direction donnée, il est possible que le site le plus impacté ne soit pas forcément le plus proche de la source. Cela dépend de paramètres tels que : la vitesse et la fréquence des vents, les précipitations, les caractéristiques physiques des polluants, etc.
- Lors de **précipitations**, les gouttes de pluies captent les polluants gazeux et particulaires, favorisant le lessivage des masses d'air et une dilution des polluants dans l'air. Dans le cas de la collecte des retombées atmosphériques, les pluies ou autres précipitations situées au-dessus des sites de mesures favorisent également l'entraînement des polluants dans les jauges.
- La **température** agit sur la dispersion et les émissions des polluants : le froid diminue la volatilité de certains gaz, peut favoriser la stagnation des polluants ainsi que l'augmentation des émissions liées au chauffage. Tandis que les fortes températures peuvent favoriser la dispersion des polluants mais également les transformations photochimiques de ces derniers.

3.1.1. Vent

La rose de vents de la période de mesures est la suivante :

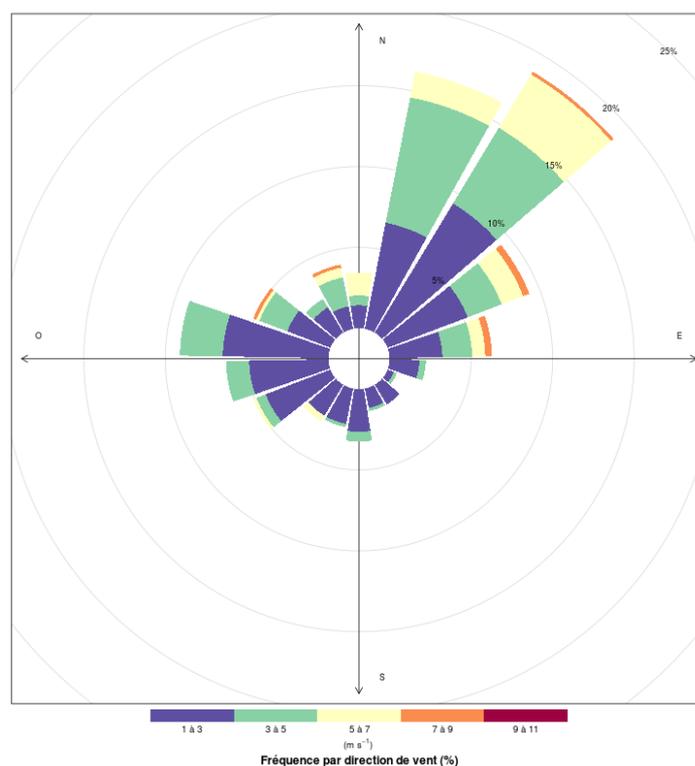


Figure 13 : Rose des vents mesurés à Chaumont-Semoutiers du 3 au 31 août 2022 (source : Météo France)

Le tableau 7 présente les occurrences et vitesses des vents en provenance de la cheminée de SHMVD en direction des différents sites de mesure au cours de la campagne. Ainsi, en fonction de ces données et de la distance entre les sites et l'UVE, une typologie est attribuée de façon théorique à chacun des sites pour cette période de mesures.

Site	Distance/source (km)	Direction des vents avec impact de la source (°)	Occurrence des vents $\geq 1,5$ m/s en direction du site (%)	Vitesse moyenne des vents $\geq 1,5$ m/s en direction du site (m/s)	Typologie théorique du site
2	2,6	30-60	32	3,6	Impact secondaire
4	2,7	210-240	3	3,2	Fond
6	0,9	210-240	3	3,2	Impact tertiaire
7	0,5	40-70	21	3,6	Impact principal
8	2,0	130-160	3	2,5	Fond
9	1,5	290-320	8	2,9	Impact tertiaire

Occurrence des vents faibles $< 1,5$ m/s (%)

22

Tableau 6 : Données de vents vis-à-vis de SHMVD et de son impact sur les différents sites de mesures au cours de la campagne de mesures

Impact principal : Forte occurrence de vent rabattant le panache de l'installation vers le site de mesures et/ou forte influence de la diffusion des émissions.

Impact secondaire et tertiaire : Occurrence moindre de vent en direction du site de mesures ou forte occurrence de vent sur le site s'il est éloigné et/ou influence moindre de la diffusion des émissions de la source.

Fond : Vents peu ou pas orientés vers le site de mesures, ce dernier étant suffisamment éloigné de la source d'émission étudiée.

Durant cette campagne de mesure, les vents provenaient en très grande majorité du nord-est. Des vents de plus faible occurrence ont également soufflé en provenance de l'ouest et de l'est. Les vents inférieurs à 1,5 m/s, favorisant l'accumulation des retombées à proximité de la source, étaient de 22 %.

Ainsi, en raison de la forte proportion de vents en sa direction et de vents faibles, le site 7, le plus proche de l'UVE, est probablement le site ayant été le plus impacté par les émissions de celle-ci.

Le site 2, plus éloigné, est celui enregistrant le plus de vents en sa direction au cours de la campagne, il est donc également parmi les sites les plus impactés.

Les sites 6 et 9 ont enregistré peu de vents en leur direction. Néanmoins, du fait de leur proximité avec l'UVE et de la proportion de vents faibles, ils ont pu être impactés dans une faible mesure.

Peu de vents ont également soufflé en direction des sites 4 et 8, sites parmi les plus éloignés. Ils sont ainsi probablement les sites les moins impactés de la campagne de mesures.

3.1.2. Précipitations

Les précipitations mesurées pendant la campagne de mesures sont les suivantes :

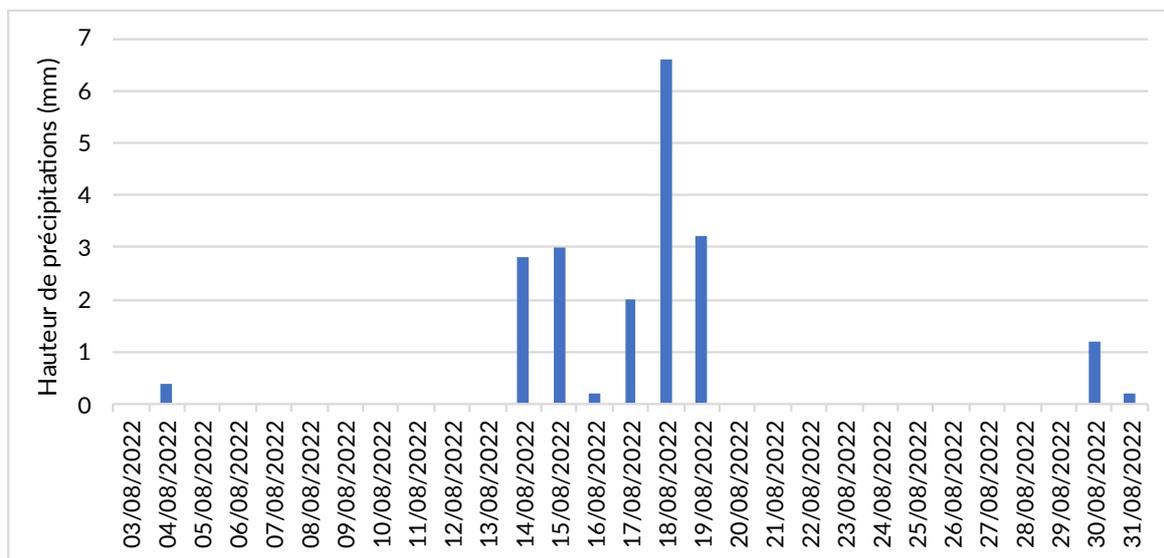


Figure 14 : Cumuls de précipitations journaliers mesurés à Chaumont-Semoutiers du 3 au 31 août 2022 (source : Météo France)

Les précipitations enregistrées sont concentrées sur le milieu de la campagne de mesures. Hormis cette période de précipitation de 6 jours, seuls 3 autres jours de précipitations ont été recensés, avec moins de 2 mm de cumul journalier. Le maximum de précipitation de la campagne a été atteint le 18 août avec 6,6 mm de précipitations.

3.1.3. Températures

Sur l'ensemble du Grand Est, le mois d'août 2022 a été bien plus chaud, en moyenne, que le mois d'août 2021 : 2,5 °C d'excédent à la normale, contre 1,3 °C de déficit en août 2021 (source : Bulletin climatologique mensuel régional du Grand Est – Août 2022 de Météo France, cf. annexe 1).

3.2. MESURES DANS LES RETOMBÉES ATMOSPHERIQUES

3.2.1. Dioxines et furannes

Valeurs de référence :

Il n'existe pas de niveau réglementaire dans le cadre des retombées atmosphériques, mais des valeurs typiques qui peuvent servir de référence aux résultats de mesure, répertoriées dans le document d'accompagnement du guide sur la surveillance dans l'air autour des installations classées¹ et présentées dans la partie 2.2 Réglementation.

Résultats et interprétation :

Les concentrations en équivalent toxique mesurées sur les sites à proximité de SHMVD sont présentées dans le tableau 8 et sur la figure 15.

		Site 2 (Impact secondaire)	Site 4 (Fond)	Site 6 (Impact tertiaire)	Site 7 (Impact principal)	Site 8 (Fond)	Site 9 (Impact tertiaire)
Dioxines/furannes (pg I-TEQ/m ² /j)	Total I-TEQ MIN	0,02	0,02	0,01	0,01	0,07	0,04
	Total I-TEQ MAX	1,04	1,04	1,04	1,05	1,08	1,06
	MAX I-TEQ MAX	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18

Tableau 7 : Concentrations en équivalent toxique des dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques totales mesurées du 3 au 31 août 2022

Total I-TEQ MIN : Quantité toxique équivalente totale minimale où l'on considère les concentrations congénères en-dessous de la limite de quantification égales à zéro, c'est cas le plus favorable.

Total I-TEQ MAX : Quantité toxique équivalente totale minimale où l'on considère les concentrations congénères en-dessous de la limite de quantification égales à cette limite de quantification, c'est le cas le moins favorable (celui employé pour l'interprétation).

¹ Rapport d'étude INERIS/BRGM INERIS-DRC-13-136338-06193C

MAX I-TEQ MAX : Quantité toxique équivalente du congénère ayant la part la plus élevée dans le calcul du total I-TEQ MAX.

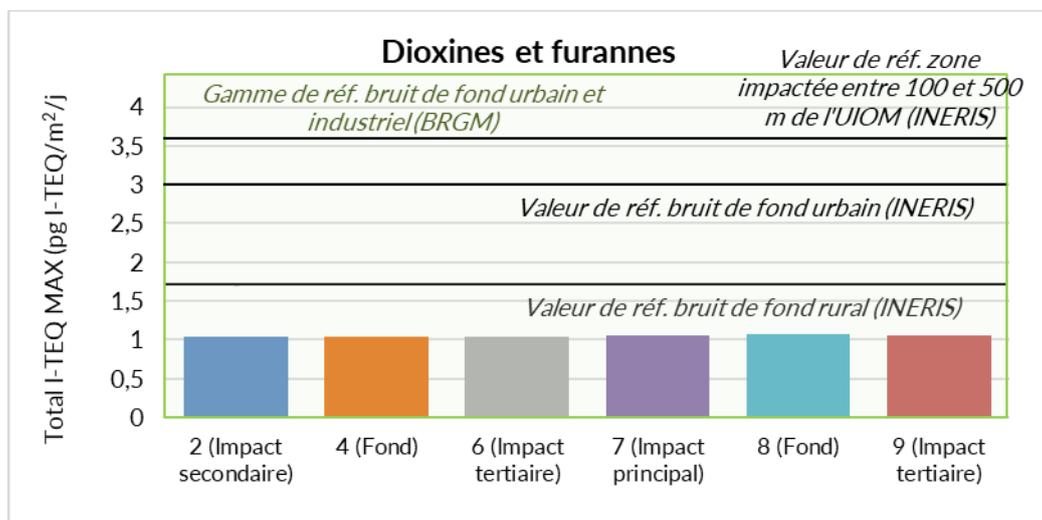


Figure 15 : Concentrations en équivalent toxique des dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques totales mesurées du 3 au 31 août 2022 comparées aux valeurs de référence de l'INERIS et du BRGM

L'ensemble des sites prélevés enregistrent des **concentrations en total I-TEQ MAX équivalentes au blanc de terrain (1,04 pg I-TEQ/m²/j) et sont donc typiques d'un bruit de fond en équivalent toxique.**

Les proportions des différents congénères de dioxines et furannes quantifiés au cours de la campagne sont également détaillées sur la figure 16 et en annexe 2. Ces teneurs sont comparées avec les proportions de congénères mesurées à la sortie de cheminée de l'UVE (provenant du bureau d'analyse APAVE) lors des périodes du 18/07 au 12/08/2022 et du 12/08 au 12/09/2022 (figure 17).

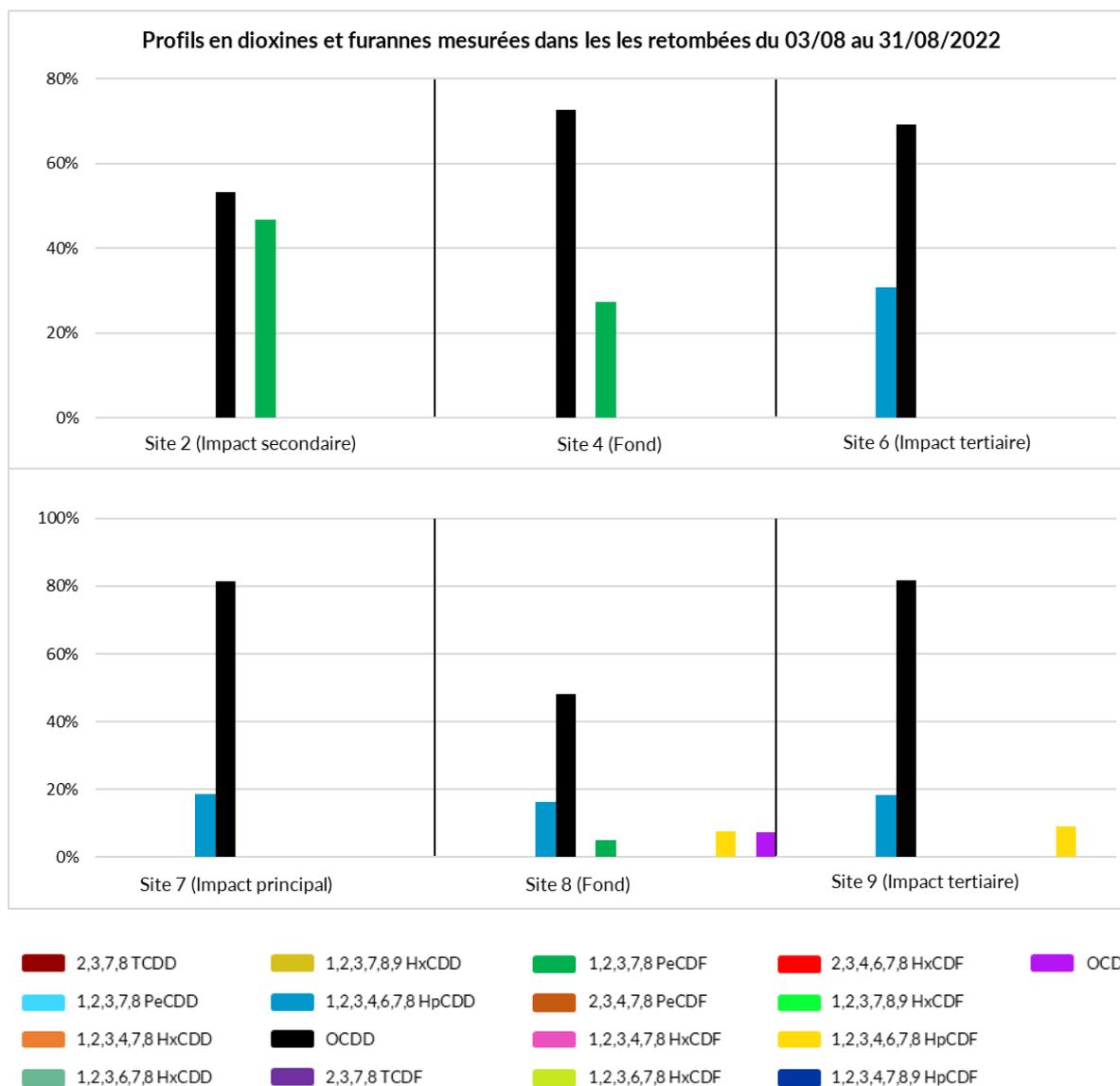


Figure 16 : Teneurs des différents congénères de dioxines/furannes mesurées dans les retombées atmosphériques totales du 3 au 31 août 2022

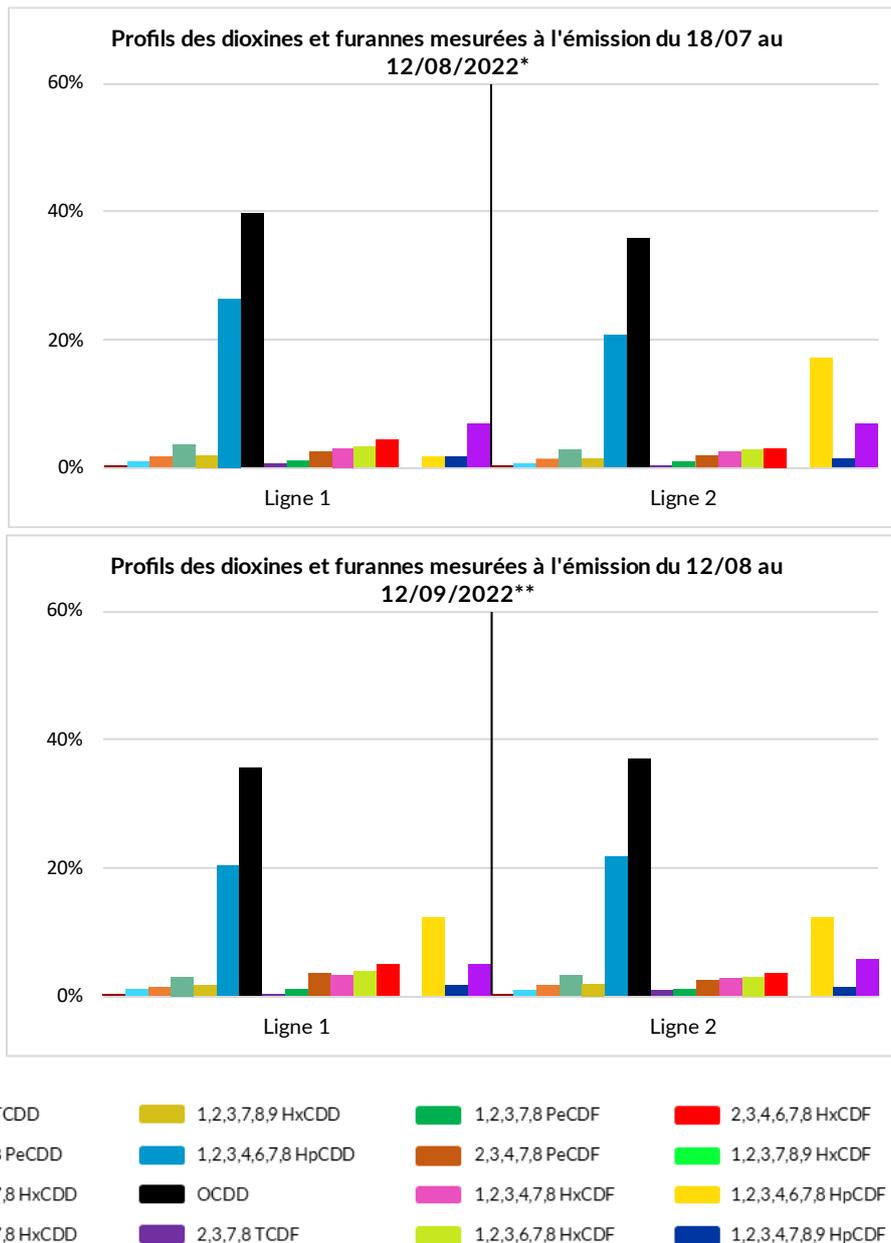


Figure 17 : Teneurs des différents congénères de dioxines/furannes mesurées en sortie de cheminées de SHMVD du 12/07 au 12/08 et du 12/08 au 12/09/2022

* Rapport APAVE n° 22 507 LSO 10766 00 T - R03 du 12/09/2022

** Rapport APAVE n° 22 507 LSO 10766 00 T - R05 DU 29/11/2022

Sur l'ensemble des sites de mesures, le congénère **OCDD** est prédominant dans les retombées. Il est également l'espèce majoritaire en sortie des deux cheminées.

Le **1,2,3,4,6,7,8 HpCDD** est la seconde espèce dominante dans les retombées sur la majorité des sites (6, 7, 8 et 9). Il s'agit également de la seconde espèce prédominante à l'émission.

Sur les autres sites (2 et 4), le **1,2,3,7,8 PeCDF** est le second congénère quantifié. A l'émission, il est quantifié mais est mesuré en faible proportion comparé aux autres espèces. Il est également quantifié en faible proportion sur le site 8.

En plus faibles proportions, le **1,2,3,4,6,7,8 HpCDF** est observé dans les retombées sur les sites 8 et 9. Il est également quantifié à l'émission où il est la troisième espèce prédominante.

L'**OCDF** est également quantifié sur le site 8 au même titre que le 1,2,3,4,6,7,8 HpCDF. Il est le quatrième congénère majoritaire à l'émission.

A noter que les dates des mesures à l'émission et dans l'environnement ne se recouvrent pas à plusieurs jours près et qu'il est donc difficile de faire le lien avec certitude entre les émissions canalisées de SHMVD et les retombées atmosphériques.

3.2.2. Métaux lourds

Le tableau 9 regroupe les résultats obtenus sur les sept sites prospectés :

Concentration en métaux dans les retombées ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)	Site 2 (Impact secondaire)	Site 4 (Fond)	Site 6 (Impact tertiaire)	Site 7 (Impact principal)	Site 8 (Fond)	Site 9 (Impact tertiaire)
V	2,06	4,32	2,12	1,55	2,52	2,19
Cr	1,40	8,26	1,32	1,56	6,23	1,80
Mn	40,13	84,09	58,48	46,25	59,63	51,98
Co	0,38	0,65	0,44	0,33	0,38	0,47
Ni	0,97	1,38	0,97	1,23	0,96	1,28
Cu	12,77	10,44	16,47	18,88	14,26	16,82
Zn	220,17	1643,24	83,71	79,51	843,21	214,43
As	0,62	1,19	0,53	0,43	0,58	0,57
Se	0,45	0,89	0,49	0,33	0,49	0,44
Cd	0,08	0,16	0,19	0,12	0,23	0,09
Sb	0,14	0,21	0,23	0,34	0,18	0,54
Tl	0,04	0,07	0,05	0,04	0,06	0,05
Pb	2,52	35,47	3,25	5,92	22,67	3,49
Cr VI	30,82	20,28	33,11	34,64	17,42	33,81
Hg	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

En bleu : résultats inférieurs à la limite de quantification. Les valeurs indiquées sont la limite de quantification divisée par 2 (LQ/2).

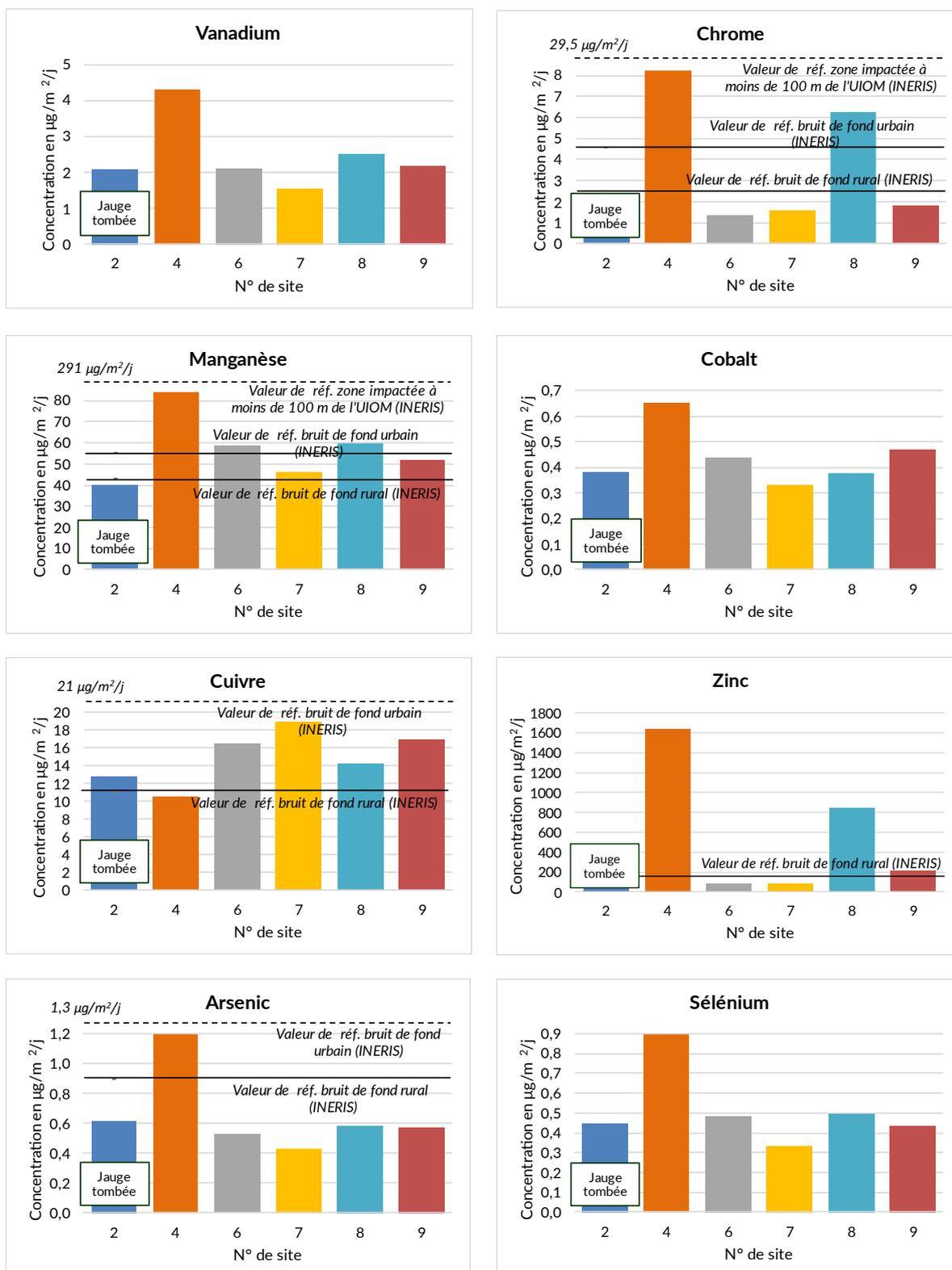
En rouge : résultats invalidés

Tableau 9 : Concentrations en métaux lourds dans les retombées atmosphériques totales mesurées au cours de la campagne du 3 au 31 août 2022

Remarque sur le site 2 : La jauge de collecte du site 2 a été trouvée tombée au sol au moment de la récupération des prélèvements. Les résultats ont été calculés pour une durée d'exposition de 28 jours et sont présentés à titre indicatif. Néanmoins, en raison de la potentielle contamination au sol de la jauge, de la potentielle perte d'échantillon et de la durée d'exposition inconnue, les résultats de ce site ne peuvent pas être interprétés.

Tous les métaux ont été quantifiés excepté le thallium, le chrome VI et le mercure.

La figure 18 présente les résultats de mesures pour l'ensemble des métaux comparés aux valeurs de référence de l'INERIS.



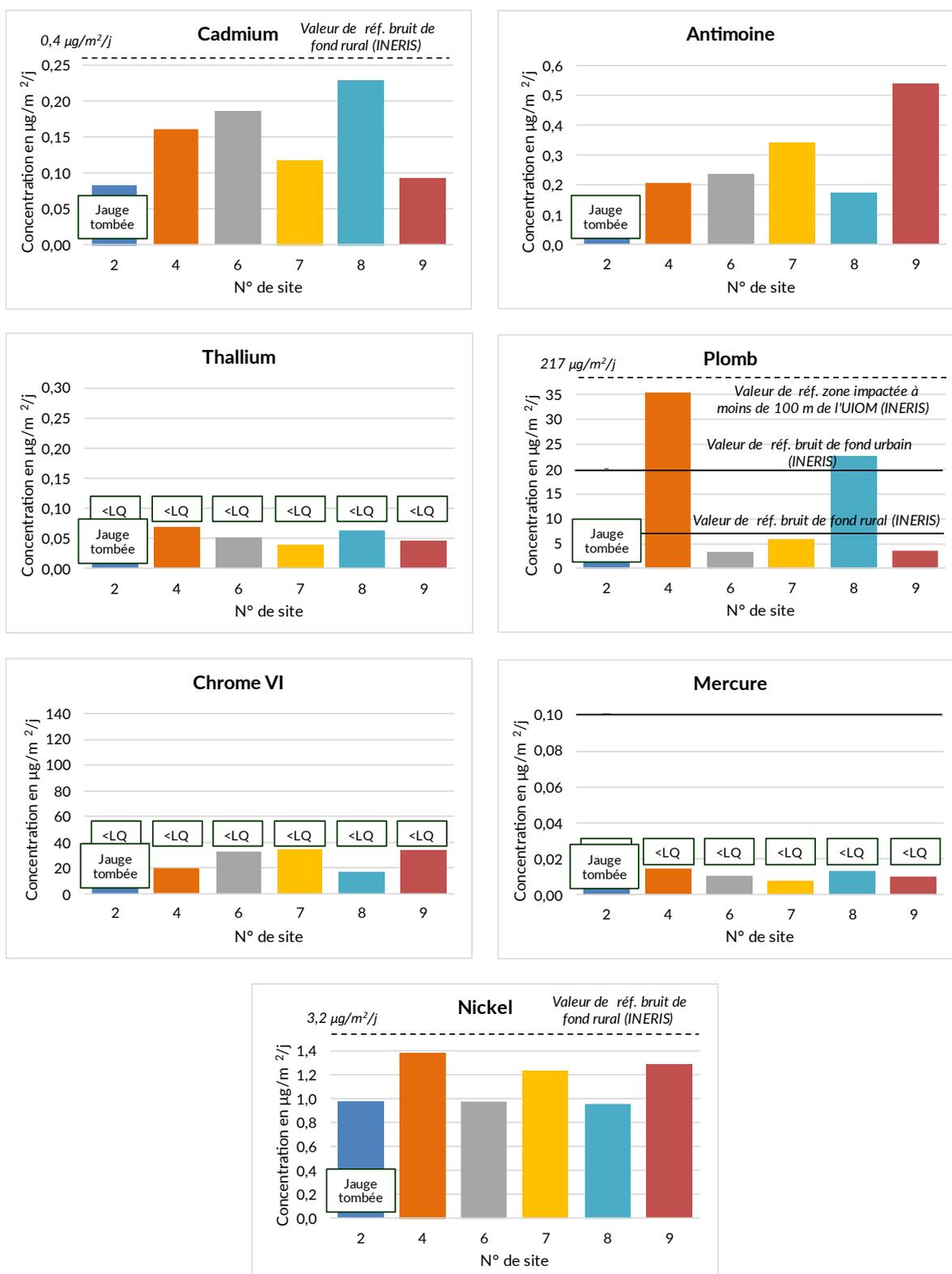


Figure 18 : Concentrations en métaux lourds dans les retombées atmosphériques totales au cours de la campagne du 3 au 31 août 2022 comparées aux valeurs de référence de l'INERIS

Au cours de cette campagne d'août, les concentrations mesurées sont dans l'ensemble proches des valeurs de bruit de fond de l'INERIS prises comme références, voire inférieures à celles-ci, excepté le

pour le zinc, le manganèse, le chrome et le plomb. Sur les sites 4 et 8, le zinc est mesuré en concentration respectivement 10 et 5 fois supérieure à la valeur de référence de bruit de fond rural (parmi les valeurs de référence de l'INERIS pour le zinc, celle du bruit de fond rural est la plus élevée). Pour le manganèse, le chrome et le plomb, les concentrations relevées sur le site 4, et dans une moindre mesure sur le site 8, dépassent la valeur de référence de l'INERIS de bruit de fond urbain mais sont bien en-dessous de la valeur de référence de zone impactée (< 100 m d'une UVE).

Des disparités entre les différents sites de mesures sont observées pour certains métaux :

- Le site 4, théoriquement parmi les sites les moins exposés aux émissions de l'UVE, se distingue avec des concentrations significativement plus élevées que les autres sites pour le vanadium, le chrome, le manganèse, le cobalt, le zinc, l'arsenic, le sélénium et le plomb.
- Le site 8, aussi théoriquement très peu impacté par les émissions de l'UVE, présente des concentrations significativement plus élevées pour le chrome, zinc, cadmium et le plomb. Ces concentrations sont néanmoins inférieures à celles du site 4, sauf pour le cadmium.
- Le site 9, théoriquement légèrement exposé aux émissions de l'UVE, enregistre des teneurs significativement plus élevées en antimoine.

Parmi les différents sites autour de SHMVD, les sites en situation de fond, notamment le site 4, sont donc ceux présentant les concentrations les plus élevées pour la majorité des métaux.

Le site 7, théoriquement le plus impacté par les émissions de l'UVE, enregistre des concentrations en métaux parmi les plus basses de la campagne sur tous les métaux excepté pour le cuivre, le nickel et l'antimoine.

La figure 19 présente la répartition des différents métaux site par site au cours de cette campagne de mesures.

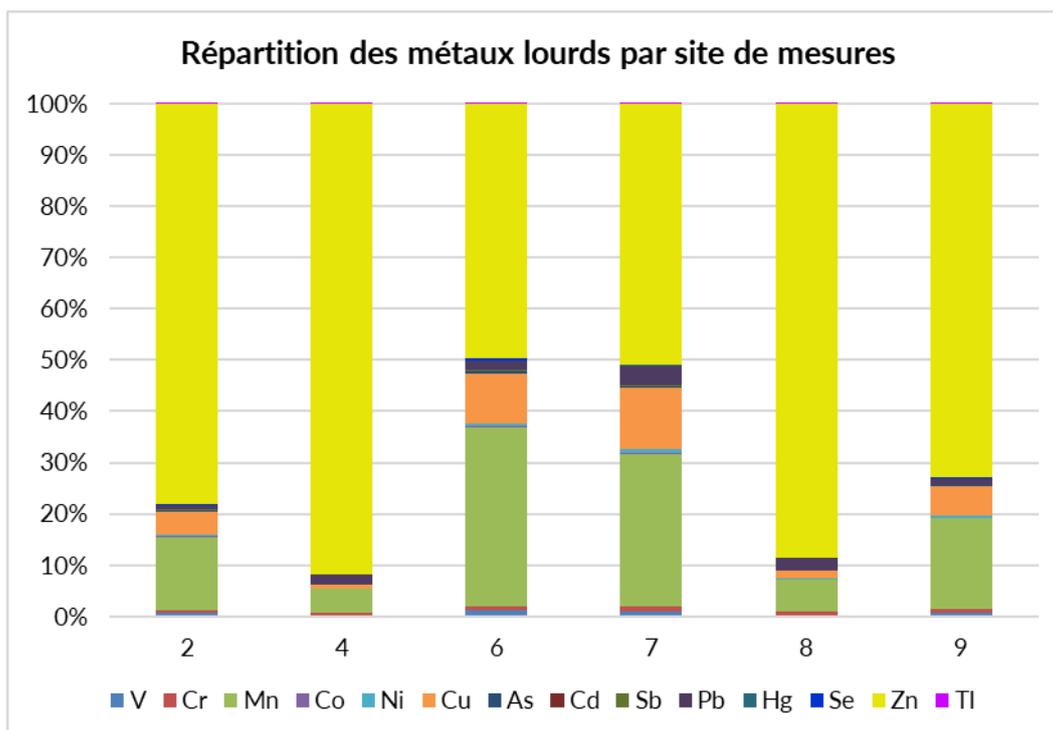


Figure 19 : Répartition des métaux lourds mesurés du 6 avril au 5 mai 2022 par site de mesures

Remarque : Le chrome VI, non quantifié, n'est pas représenté sur l'histogramme en raison de sa haute limite de quantification.

L'ensemble des sites présentent les deux mêmes métaux majoritaires : **le zinc prédomine, suivi par le manganèse**. Les troisième et quatrième métaux prédominants sont le cuivre puis le plomb, hormis pour les sites 4 et 8 où il y a plus de plomb que de cuivre. Cet ordre de répartition suit celui des concentrations caractéristiques d'un bruit de fond données par l'INERIS.

4. CONCLUSION

Ce rapport dresse le bilan de la première campagne de mesures de l'année 2022 de l'UVE SHMVD. La campagne de mesures s'est déroulée du 3 au 31 décembre 2022 et consistait en la mesure des dioxines/furannes et des métaux lourds dans les retombées atmosphériques totales.

Les conclusions de cette première campagne de l'année 2022 sont les suivantes :

Dioxines/furannes :

L'ensemble des sites prélevés **enregistrent des concentrations en total I-TEQ MAX équivalentes au blanc de terrain et sont donc typiques d'un bruit de fond** en équivalent toxique.

Le congénère **OCDD** est prédominant dans les retombées collectées à proximité de l'UVE, suivi par le **1,2,3,4,6,7,8 HpCDD** sur les sites 6, 7, 8 et 9 ou le **1,2,3,7,8 PeCDF** sur les sites 2 et 4.

Métaux lourds :

Les concentrations moyennes en métaux dans les retombées relevées autour de SHMVD sont dans l'ensemble caractéristiques d'un bruit de fond urbain ou rural selon les données de l'INERIS, **excepté le zinc pour les sites 4 et 8 (concentration 10 fois plus élevée que la valeur de référence du bruit de fond pour le site 4)**, en situation de fond selon les données météorologiques disponibles. A noter également que pour le manganèse, le chrome et le plomb, les concentrations relevées sur le site 4, et dans une moindre mesure sur le site 8, dépassent la valeur de référence de l'INERIS de bruit de fond urbain mais sont bien en-dessous de la valeur de référence de zone impactée (< 100 m d'une UVE).

Parmi les différents sites autour de l'UVE, les sites en situation de fond (4 et 8), notamment le site 4, sont ceux présentant les concentrations les plus élevées pour la majorité des métaux.

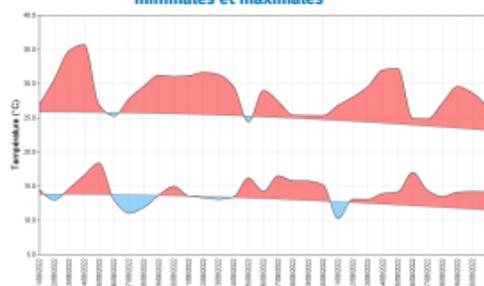
Le site théoriquement le plus impacté par les émissions de l'UVE, le site 7, enregistre des concentrations en métaux parmi les plus basses de la campagne sur tous les métaux excepté pour le cuivre, le nickel et l'antimoine. A noter que la jauge implantée sur le site 2, également dans les vents de l'usine, a été retrouvée tombée au sol, invalidant les résultats associés.

ANNEXES

Annexe 1 : Extraits du bulletins publics climatologiques mensuels du Grand Est de Météo France du mois d'août 2022 traitant des températures

Températures

Indicateurs quotidiens des températures minimales et maximales



Août 2022 est bien plus chaud, en moyenne, que ne l'est le mois d'août 2021 (2.5 degrés d'excédent cette année contre 1.3 degré de déficit l'année dernière).

Comme le montre le graphe ci-dessus, quelques matinées sont plus fraîches qu'à l'accoutumée. C'est le cas le 6 août dans les Ardennes, où l'on relève localement des valeurs d'à peine 6 °C au petit matin.

À l'inverse, les après-midi sont particulièrement chaudes. Les écarts à la statistique varient positivement en moyenne entre 2.0 et 5.9 degrés. En début de mois, on observe ponctuellement un

maximum de 39.8 °C à Sainte-Croix-aux-Mines (68), ce qui fait de cette valeur la température la plus élevée depuis 2000, largement devant les 38.8 °C datant du 7 août 2015 !

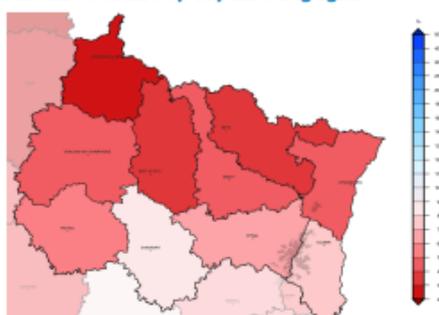
À Badonviller (54) ainsi qu'à Doncourt-lès-Conflans (54), les 39.1 °C mesurés sous abri le 4 août sont les nouveaux records de chaleur pour un mois d'août. C'est même un record de chaleur absolu pour Badonviller (54), battant de 0.2 degré le record de 38.9 °C du 25 juillet 2019 !

Écart à la moyenne de référence 1991-2020 de l'indicateur thermique moyen mensuel



Précipitations

Rapport à la moyenne de référence 1991-2020 des cumuls mensuels de précipitations agrégées



Depuis 2016, les précipitations sont régulièrement déficitaires au mois d'août. L'année 2022, qui se classe septième dans la liste des années les moins pluvieuses au mois d'août, ne fait pas exception à la règle. Elle affiche un cumul de 38 mm pour une normale de 72 mm, ce qui équivaut à un déficit de 50 %.

Étendu à la période estivale (juin-juillet-août) et malgré un mois de juillet extrêmement sec, le déficit pluviométrique n'est plus que de 35 % grâce à un mois de juin plus arrosé que d'ordinaire (cumul de 142 mm sur le trimestre contre 213 mm pour la

référence statistique calculée sur la période 1991-2020).

Les pluies sont localement plus abondantes sur le sud de la région, notamment dans le sud de la Haute-Marne et le sud des Vosges. À l'opposé, sur le nord du Grand Est comme le montre la carte ci-contre, et notamment dans les Ardennes ainsi qu'en Moselle, l'écart à la normale est négativement plus important. A Volmunster (57), il pleuvote à peine 10 % de ce qu'il tombe habituellement en un mois, et jamais depuis 2001, il ne pleut aussi peu au cours d'un mois d'août (7 mm en 2022 pour une moyenne de 70 mm).

Cumul quotidien de précipitations à la station de : Strasbourg-Entzheim (67)



Retrouvez les relevés des stations de votre région sur <http://www.meteofrance.com/climat/relevés/france>

Annexe 2 : Résultats du prélèvement du 03/08 au 31/08/2022

En bleu : résultats inférieurs à la limite de quantification, les valeurs indiquées sont la limite de quantification/2

En rouge : résultats invalides (donnés à titre indicatif).

Dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques :

Total I-TEQ MIN : Quantité toxique équivalente totale minimale où l'on considère les concentrations congénères en-dessous de la limite de quantification égales à zéro, c'est cas le plus favorable.

Total I-TEQ MAX : Quantité toxique équivalente totale minimale où l'on considère les concentrations congénères en-dessous de la limite de quantification égales à cette limite de quantification, c'est le cas le moins favorable (celui employé pour l'interprétation).

MAX I-TEQ MAX : Quantité toxique équivalente du congénère ayant la part la plus élevée dans le calcul du total I-TEQ MAX.

	Site 2	Site 4	Site 6	Site 7	Site 8	Site 9	Blanc terrain
Total I-TEQ MIN	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Total I-TEQ MAX	1,04	1,04	1,04	1,05	1,08	1,06	1,04
MAX I-TEQ MAX	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18

Congénères de dioxines/furannes dans les retombées du 06/04 au 05/05/2022 (unité : pg/échantillon)																	
Dates de prélèvement	2,3,7,8 TCDD	1,2,3,7,8 PeCD D	1,2,3,4,7,8 HxCDD	1,2,3,6,7,8 HxCDD	1,2,3,7,8,9 HxCDD	1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	OCDD	2,3,7,8 TCDF	1,2,3,7,8 PeCDF F	2,3,4,7,8 PeCDF F	1,2,3,4,7,8 HxCDF F	1,2,3,6,7,8 HxCDF F	2,3,4,6,7,8 HxCDF F	1,2,3,7,8,9 HxCDF F	1,2,3,4,6,7,8 HpCDF F	1,2,3,4,7,8,9 HpCDF F	OCDF
Site 2	< 0,250	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 1,000	1,4	< 0,250	1,2	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 1,000	< 1,000	< 1,000
Site 4	< 0,250	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 1,000	1,46	< 0,250	0,5	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 1,000	< 1,000	< 1,000
Site 6	< 0,250	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	1,3	3,0	< 0,250	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 1,000	< 1,000	< 1,000
Site 7	< 0,250	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	1,6	7	< 0,250	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 1,000	< 1,000	< 1,000
Site 8	< 0,250	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	2,2	7,0	< 0,250	1,1	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	1,6	< 1,000	1,5
Site 9	< 0,250	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	3,343	14,938	< 0,250	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	1,678	< 1,000	1,283
Blanc de terrain	< 0,250	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 1,000	< 1,000	< 0,250	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 1,000	< 1,000	< 1,000

Métaux lourds dans les retombées atmosphériques totales :

Métaux lourds dans les retombées (unité : $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)								
	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	Site 6	Site 7	Blanc terrain
Vanadium	2,06	4,32	2,12	1,55	2,52	2,19	0,02	2,06
Chrome	1,40	8,26	1,32	1,56	6,23	1,80	0,07	1,40
Manganèse	40,13	84,09	58,48	46,25	59,63	51,98	0,41	40,13
Cobalt	0,38	0,65	0,44	0,33	0,38	0,47	0,00	0,38
Nickel	0,97	1,38	0,97	1,23	0,96	1,28	0,02	0,97
Cuivre	12,77	10,44	16,47	18,88	14,26	16,82	0,25	12,77
Arsenic	0,62	1,19	0,53	0,43	0,58	0,57	0,00	0,62
Cadmium	0,08	0,16	0,19	0,12	0,23	0,09	0,00	0,08
Antimoine	0,14	0,21	0,23	0,34	0,18	0,54	0,00	0,14
Plomb	2,52	35,47	3,25	5,92	22,67	3,49	0,17	2,52
Mercure	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
Sélénium	0,45	0,89	0,49	0,33	0,49	0,44	0,00	0,45
Zinc	220,17	1643,24	83,71	79,51	843,21	214,43	9,79	220,17
Thallium	0,04	0,07	0,05	0,04	0,06	0,05	0,00	0,04
Chrome VI	30,82	20,28	33,11	34,64	17,42	33,81	0,77	30,82



AtMO
GRAND EST

Metz - Nancy - Reims - Strasbourg

Air • Climat • Energie • Santé

Espace Européen de l'Entreprise - 5 rue de Madrid - 67300 Schiltigheim

Tél : 03 69 24 73 73 - contact@atmo-grandest.eu

Siret 822 734 307 000 17 - APE 7120 B

Association agréée de surveillance de la qualité de l'air