

2024



Suivi des dioxines, métaux lourds et poussières dans les retombées à proximité d'AUREADE

Campagne du 9 août au 6 septembre 2024



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 sous licence ouverte
- 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, Ingénieure d'Etudes Unité Surveillance et études réglementaires

Relecture : Sandrine BOURDET, Chargée d'Etudes Unité Surveillance et études réglementaires

Approbation : Bérénice JENNSEON, Responsable Unité Surveillance et études réglementaires

Référence du modèle de rapport : COM-FE-001_8

Référence du projet : 900997

Référence du rapport : 900997_AUREADE_Rapport_1_02012025

Date de publication : 02/01/2025

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

SOMMAIRE

CONDITIONS DE DIFFUSION	1
PERSONNES EN CHARGE DU DOSSIER	1
SOMMAIRE.....	2
INTRODUCTION	4
PRESENTATION DE L'ETUDE.....	5
1. POLLUANTS MESURES, SOURCES ET EFFETS SUR LA SANTE ET L'ENVIRONNEMENT.....	5
a. Les dioxines et furannes	5
b. Les métaux lourds	5
c. Les poussières	5
2. METHODES DE MESURE.....	6
a. Les mesures dans les retombées atmosphériques totales	6
b. Les paramètres météorologiques	6
3. STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE	7
a. Sites de mesures	7
b. Stratégie temporelle de prélèvement	9
4. LIMITE DE L'ETUDE	9
RESULTATS.....	9
1. CONDITIONS METEOROLOGIQUES	9
a. Comparaison des données de vent de la station météorologique provisoire d'AUREADE et de la station Météo France de Mourmelon-Grand	10
b. Interprétation des directions et vitesse des vents par rapport aux sites de mesures des retombées ...	12
c. Précipitations et températures.....	13
2. MESURES DANS LES RETOMBEES ATMOSPHERIQUES TOTALES	13
a. Dioxines et furannes.....	13
b. Métaux lourds	18
c. Poussières	25
CONCLUSION.....	26
ANNEXES	28
ANNEXE 1 : IMPACT SUR LA SANTE/L'ENVIRONNEMENT ET EMISSIONS DES POLLUANTS.....	28
ANNEXE 2 : VALEURS DE REFERENCE	33

ANNEXE 3 : METHODES DE PRELEVEMENT ET D'ANALYSE.....	47
ANNEXE 4 : MODELISATION DES EMISSIONS D'AUREADE (2022)	48
ANNEXE 5 : FICHES DE PRELEVEMENT	48
ANNEXE 6 : CONCENTRATIONS EN CONGENERES DE DIOXINES ET FURANNES	58

INTRODUCTION

Dans le cadre de la surveillance environnementale de l'UVE (Unité de Valorisation Énergétique) AUREADE sur le territoire de la Marne (51), et conformément à l'article 31 de l'arrêté ministériel du 20 septembre 2002, **VEOLIA AUREADE sollicite ATMO Grand Est pour la réalisation de mesures de qualité de l'air depuis 2005.**

Cette étude s'inscrit par ailleurs, dans le cadre de l'axe 1¹ du projet associatif Cap 2030 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).

Ce rapport présente la synthèse des mesures réalisées au cours de la seconde campagne de mesures de l'année 2024, **effectuée à proximité de l'UVE du 9 août au 6 septembre**, pour les **dioxines/furannes**, les **métaux lourds** et les **poussières** dans les retombées atmosphériques totales.

¹ Affirmer notre rôle de référent technique - Répondre aux besoins d'observation

PRESENTATION DE L'ETUDE

1. Polluants mesurés, sources et effets sur la santé et l'environnement

Les effets sur la santé et l'environnement des polluants mesurés sont en Annexe 1. Les concentrations de référence associées sont en Annexe 2.

a. 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'atomes d'oxygène et de chlore. 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 1 : Formule chimique des PCDD (gauche) et des PCDF (droite)

Les dioxines/furannes sont des composés présentant une **grande stabilité chimique**, qui augmente avec le nombre d'atomes de chlore. Peu volatiles, ils sont dispersés 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, ils ont en revanche une grande affinité pour les graisses. De ce fait, ils s'accumulent dans les tissus adipeux des animaux et des humains, notamment le lait. Ils 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)**.

b. 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 ». Les métaux lourds comprennent non seulement les métaux présents à l'état de trace (cadmium, cuivre, mercure, plomb, etc.), mais aussi des éléments métalloïdes, comme l'arsenic ou l'antimoine.

c. Les poussières

Les poussières mesurées dans les retombées atmosphériques totales sont plus grosses que les PM10 et PM2,5 mesurées dans l'air ambiant (particules de diamètre inférieur ou égal à 10 et 2,5 µm) : il s'agit de particules de diamètre pouvant aller jusqu'à 1 mm. Ces particules restent ainsi peu dans l'air : elles ne sont pas forcément directement dangereuses pour l'homme (car moins inhalées), mais peuvent représenter un danger pour les écosystèmes et dégrader les matériaux en raison de leur dépôt important.

Elles peuvent être formées par l'érosion des sols, les activités industrielles (notamment les exploitations de carrières, cimenteries, etc.), les embruns marins, les tempêtes de sables du Sahara, etc.

2. Méthodes de mesure

a. Les mesures dans les retombées atmosphériques totales

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.

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 en Annexe 3.



Figure 2 : Jauge pour le prélèvement des retombées atmosphériques totales

Afin de s'assurer qu'aucune contamination n'a eu lieu lors du prélèvement, du transport et du stockage des échantillons, un blanc terrain a été mis en place pour les deux familles de polluants.

b. Les paramètres météorologiques

Les niveaux en polluants peuvent varier fortement sur une courte durée, ces variations étant, en partie, liées aux phénomènes météorologiques qui contrôlent la dispersion des polluants ou au contraire leur accumulation. Dans le cadre de cette étude, les mesures des vents (vitesse et direction), de la température et des précipitations sont employées pour aider à l'interprétation.

Dans le cadre de cette étude, les mesures des vents sont employées pour aider à l'interprétation. Elles proviennent de la Station Météo France la plus proche de l'établissement : Mourmelon-Grand, située à 7,9 km de l'UVE. Les données sont fournies par Météo France.

Afin d'améliorer l'interprétation des mesures de la qualité de l'air, VEOLIA AUREADE a souhaité mettre en place des mesures des paramètres de vent au plus proche de l'UVE, afin de vérifier la représentativité des données de la station de Mourmelon-Grand.

Ainsi, ATMO Grand Est a pu installer sur le site d'AUREADE, lors de la campagne de mesures, un mât de 8 m de haut équipé de capteurs mesurant la vitesse et la direction du vent (cf figure 3).



Figure 3 : Mât équipé d'une station météorologique installé sur le site d'AUREADE



Figure 4 : Localisation de la station météorologique implantée sur le site d'AUREADE lors de la campagne de mesures

3. Stratégie d'échantillonnage

a. Sites de mesures

Jusqu'à la 1^{ère} campagne de mesures de l'année 2023, la mesure des retombées à proximité d'AUREADE était réalisée sur 7 sites de mesures (stratégie élaborée en 2005 par l'INERIS lors de l'étude « Point Zéro 2005 »). Désormais, 2 points de mesures supplémentaires (9 sites de mesures au total, répertoriés sur le tableau 1 et figure 5) ont été implantés à la demande de VEOLIA AUREADE. Ils permettent de se situer sous le panache principal de l'UVE des retombées de l'usine (nord-nord-est).

- Les sites 1 et 2 sont les plus proches de l'UVE, ils peuvent éventuellement être impactés par celle-ci lorsque les vents sont faibles (lorsque le mode de transport principal des polluants est la diffusion). Le site 1 est notamment le site le plus impacté par les retombées atmosphériques émises par l'UVE selon la modélisation. Ces 2 sites sont situés dans la zone industrielle de La Veuve et sont ainsi également impactés par les émissions d'autres émetteurs industriels ;

- Les sites 1, 8 et 9 sont situés sous les vents majoritaires de la zone d'étude (vents de secteur sud-ouest) et sont donc très susceptibles d'être impactés par les retombées de l'UVE ;
- Les sites 3, 4, 5 et 6 sont des sites témoins, censés être peu sous les vents de l'usine et représenter le bruit de fond environnemental. Le site 3 a été placé de manière à visualiser un éventuel impact de l'autoroute sur les concentrations et le site 7 celui de la voie ferrée traversant la commune. Le site 4, au cœur de la commune, est le point le plus concentré en habitations du secteur d'étude.

La dernière modélisation de la dispersion des émissions de l'UVE a été réalisée en 2022² (annexe 4).

Site	Nom	Distance au site (km)
1	Devant AUREADE-D280	0,4
2	Chemin derrière AUREADE	0,2
3	Autoroute	0,9
4	La Veuve	1,6
5	Témoin	1,8
6	Champs	2,8
7	SNCF	3,8
8	Cabane	1,5
9	Dépôt	2,3

Tableau 1 : Sites de mesures et distance à l'UVE

² UVE AUREADE La Veuve (51) – Mise à jour du plan de surveillance environnemental – Etude de dispersion atmosphérique
– Rapport d'étude Réf : 208.0622/ECI, Numtech, août 2022

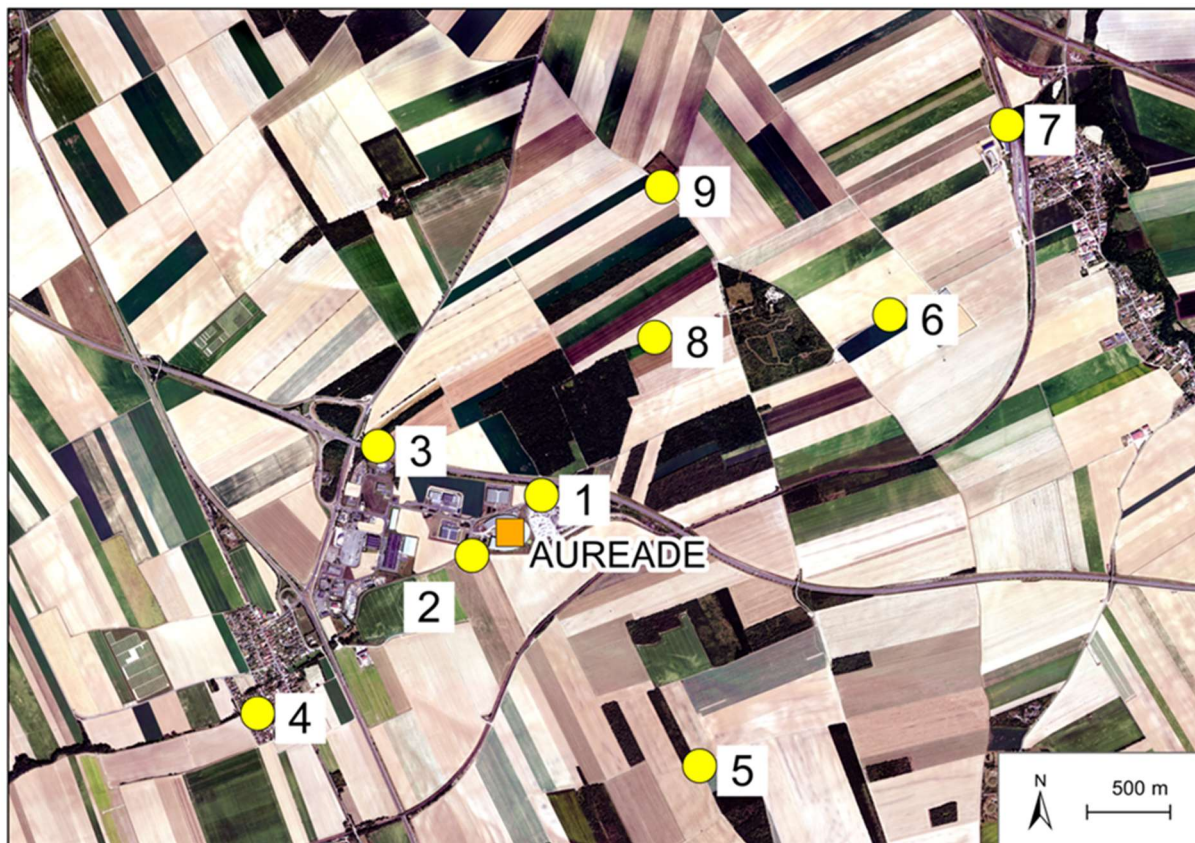


Figure 5 : Emplacement des sites de mesures autour de l'UVE AUREADE

Les fiches de prélèvements sont en annexe 5.

b. Stratégie temporelle de prélèvement

Le programme de surveillance de la qualité de l'air à proximité de VALAUBIA consiste en deux campagnes de mesure pour cette année 2024, plus une campagne de mesures pendant l'arrêt technique de l'usine. Pour cette seconde campagne de mesures de l'année, les prélèvements ont eu lieu du 9 août au 6 septembre.

4. Limite de l'étude

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 mesurés au regard des valeurs habituellement observées.



RESULTATS

1. Conditions météorologiques

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. Pour la collecte des retombées atmosphériques, il est plus difficile d'interpréter les niveaux de précipitations. En effet, des pluies de courte durée peuvent permettre par entraînement une collecte plus importante de particules ; des pluies de longue durée peuvent modifier, voire empêcher le transport des particules vers le collecteur. En conditions sèches, le vent peut entraîner des ré-envols de particules collectées auparavant en absence de pluie depuis le collecteur ou son entonnoir, mais également entraîner le ré-envol des poussières du sol jusqu'à la jauge.
- 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.

a. Comparaison des données de vent de la station météorologique provisoire d'AUREADE et de la station Météo France de Mourmelon-Grand

L'emplacement de la station météorologique installée provisoirement sur le site d'AUREADE est présenté sur la figure 4 (cf partie Présentation de l'étude, 2.b).

Les roses de vents de la station d'AUREADE ainsi que celle de la station Météo France de Mourmelon-Grand sont présentées sur la figure 6. Également à titre de comparaison, la figure 7 montre la corrélation entre les directions de vent des deux stations et le tableau 2, les différences d'occurrences de vents pour différentes classes de directions de vent.

Remarque : Certaines des données collectées par le mât météorologique à AUREADE lors de la période de mesures ne sont pas valides en raison de la chute du mât (orages) : seules 72 % des données sont valides sur la période, contre 100 % des données de la station Météo France.

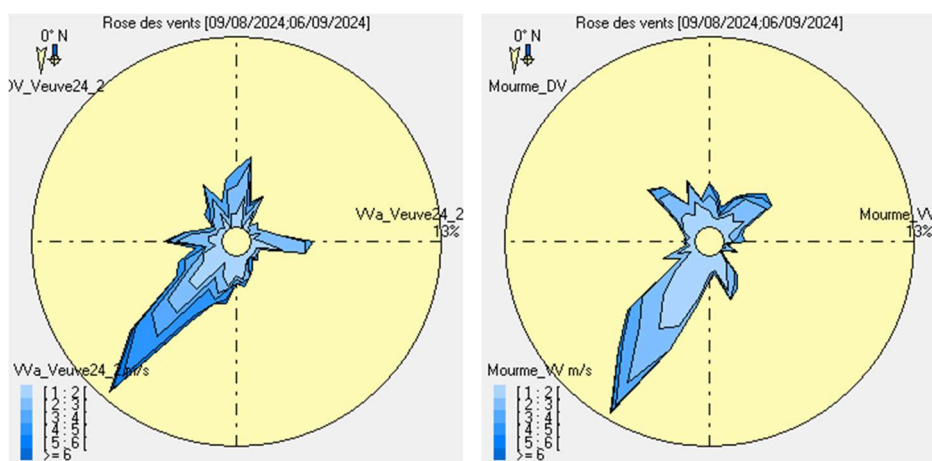


Figure 6 : Rose des vents mesurés avec le mât météorologique provisoire au sein du site d'AUREADE (gauche) et à la station Météo France de Mourmelon-Grand (droite) au cours des mesures des retombées

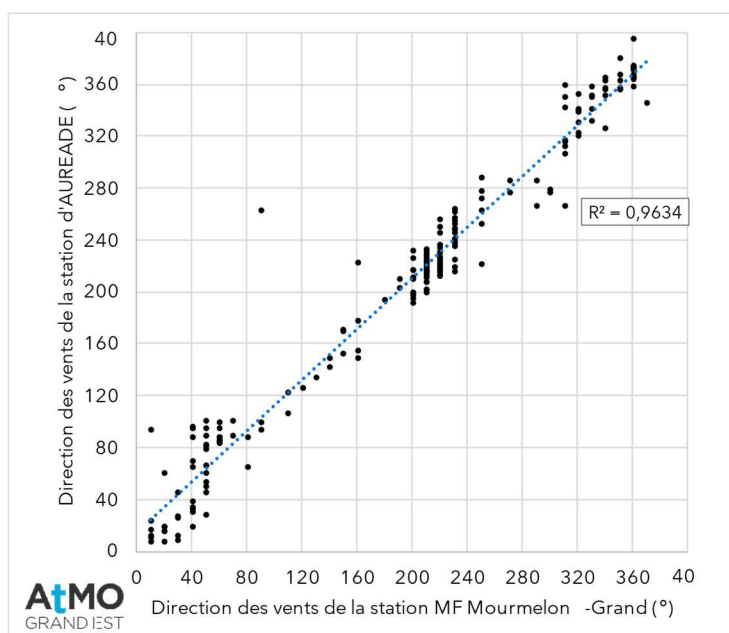


Figure 7 : Corrélation entre les directions de vents de la station Météo France de Mourmelon-Grand et la station d'AUREADE pour les vents supérieurs à 1,5 m/s sur la période de mesures des retombées

Site	Occurrences des vents > 1,5 m/s (%)		Différence d'occurrence de vent (%)
	AUREADE	MF Mourmelon-Grand	
1-30	5,3	2,7	2,6
31-60	1,6	4,7	3,2
61-90	4,0	1,0	3,0
91-120	1,9	0,4	1,4
121-150	0,9	0,9	0,0
151-180	2,4	0,7	1,7
181-210	4,5	6,3	1,9
211-240	11,6	5,3	6,3
241-270	3,7	1,1	2,6
271-300	2,9	0,6	2,3
301-330	2,0	3,0	1,0
331-360	4,5	3,2	1,3

Tableau 2 : Occurrences des vents par classes de directions de vents du mât météorologique provisoire d'AUREADE et de la station Météo France de Mourmelon-Grand pour les vents > 1,5 m/s sur la période de mesures des retombées

Vitesse des vents :

Les vitesses des vents enregistrées sont en moyenne de 2,3 m/s sur la station provisoire d'AUREADE contre 1,6 m/s sur la station Météo France de Reims-Prunay. Cet écart ne peut se justifier en raison de la différence d'altitude des capteurs : en effet les sites sont situés au même niveau d'altitude (110 m environ), et le mât sur lequel est situé la girouette sur la station Météo France est soit égal soit plus grand que celui d'AUREADE et de la topologie environnante (plus la girouette est proche du sol, plus les frottements de l'air sont forts, moins les vents sont forts). En revanche, il est possible qu'il y ait une différence de rugosité entre les deux topologies, et également que le site d'AUREADE soit situé dans des courants de vents plus forts.

Directions des vents :

Dans l'ensemble les directions de vents sont bien corrélées, le coefficient de corrélation R des directions de vents de plus de 1,5 m/s (vents significatifs) entre les deux stations est de 0,98 ($R^2 = 0,96$). La direction de vent majoritaire (sud-ouest) est la même sur les deux sites de mesures du vent.

Quelques différences existent sur les autres directions de vent, mais restent secondaires. Ces différences peuvent être dues aux obstacles environnants : tel que le toit qui entoure l'usine d'AUREADE (se situant à une vingtaine de mètres du mât).

b. Interprétation des directions et vitesse des vents par rapport aux sites de mesures des retombées

Les tableaux suivants présentent les occurrences et vitesses des vents, en provenance de la cheminée d'AUREADE en direction des différents sites de mesures au cours de la campagne, enregistrés par le mât météorologique provisoire (tableau 3) et la station Météo France (tableau 4).

Site	Distance/ cheminée (km)	Direction des vents avec impact de la cheminée (°)	Occurrence des vents ≥ 1,5 m/s en direction du site (%)	Vitesse moyenne des vents ≥ 1,5 m/s en direction du site (m/s)	Typologie théorique du site
1	0,4	210-240	15	3,4	Impact principal
2	0,2	40-70	2	2,2	Impact principal
3	0,9	110-140	0	2,7	Fond
4	1,6	40-70	2	2,2	Fond
5	1,8	310-340	5	2,8	Impact tertiaire
6	2,8	220-250	9	3,2	Impact tertiaire
7	3,8	210-240	15	3,4	Impact tertiaire
8	1,5	200-230	14	3,4	Impact secondaire
9	2,3	190-220	10	3,3	Impact secondaire/tertiaire

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

51

Tableau 3 : Typologies des sites en fonction des vents mesurés avec le mât météorologique provisoire au cours de la campagne de mesures

Site	Distance/ cheminée (km)	Direction des vents avec impact de la cheminée (°)	Occurrence des vents ≥ 1,5 m/s en direction du site (%)	Vitesse moyenne des vents ≥ 1,5 m/s en direction du site (m/s)	Typologie théorique du site
1	0,4	210-240	13	2,6	Impact principal
2	0,2	40-70	7	2,6	Impact principal
3	0,9	110-140	2	2,6	Fond
4	1,6	40-70	7	2,6	Impact secondaire/tertiaire
5	1,8	310-340	8	2,5	Impact secondaire/tertiaire
6	2,8	220-250	8	2,6	Impact tertiaire
7	3,8	210-240	13	2,6	Impact tertiaire
8	1,5	200-230	16	2,5	Impact secondaire
9	2,3	190-220	14	2,5	Impact secondaire/tertiaire

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

53

Tableau 4 : Typologies des sites en fonction des vents mesurés à la station Météo France Mourmelon-Grand 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.

Les vents inférieurs à 1,5 m/s, favorisant l'accumulation des retombées à proximité de la source, étaient très fréquents, entre 51 et 53 % selon le site de mesures météorologiques.

En raison de la forte proportion de vents en sa direction (entre 13 et 15 %) et de sa proximité avec l'usine, le site 1 est probablement le site ayant été le plus impacté par les émissions de celle-ci.

Également, en raison de sa proximité avec l'usine et du fort taux de vents faibles, le site 2, le plus proche de l'usine, est probablement parmi les sites les plus impactés.

Les sites 4, 5, 6, 7, 8 et 9 sont également impactés par les émissions de l'UVE, mais de façon moindre que les sites 1 et 2. Soit ils sont relativement proches de l'UVE, mais peu dans les vents de celle-ci (4, 5 et 8), soit relativement éloignés mais dans les vents majoritaires de l'UVE (6, 7 et 9).

A noter qu'en prenant en compte les données du mât météorologique provisoire d'AUREADE, très peu de vents sont en direction du site 4. Néanmoins, comme les données de la station Météo France sont plus complètes (en couverture de temps), le site 4 sera considéré dans les vents secondaires de l'usine comme indiqué par la station de Météo France.

Concernant le site 3, ce dernier étant très peu dans les vents de l'usine (entre 0 et 2 % des vents en fonction de la station météorologique) et assez éloigné de cette dernière : il est probablement le site le moins impacté par les émissions de l'UVE.

c. Précipitations et températures

La figure 8 détaille les précipitations et températures moyennes sur la période de mesures des retombées.

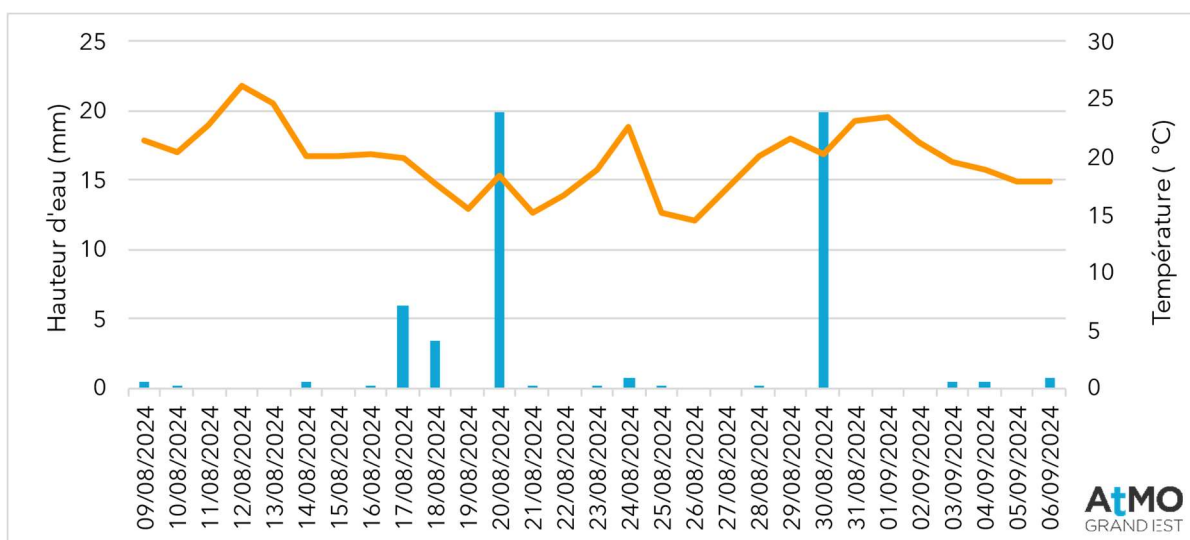


Figure 8 : Cumuls journaliers de précipitations et températures journalières mesurés à Mourmelon-Grand pendant la période de mesures (données mises à disposition par Météo France)

De manière générale, pour des températures estivales comme celles-ci, l'atmosphère est plus instable : les conditions sont ainsi plus favorables à une bonne dispersion des polluants dans l'air. De plus, les émissions liées au chauffage sont quasi absentes.

Deux jours de précipitations notables sont observés les 20 et 30 août. En tout, 16 jours relativement épars ont enregistré des précipitations, mais seuls 4 jours avec plus de 1 mm de hauteur d'eau. Avec ce type de profil de précipitations (pluies relativement dispersées, entrecoupées de périodes sèches), les conditions sont plutôt favorables à de fortes concentrations en retombées.

2. Mesures dans les retombées atmosphériques totales

a. Dioxines et furannes

Concentrations en équivalent toxique

La figure 9 et le tableau 5 présentent les résultats avec l'ancien calcul de l'OMS des I-TEF (1998) et la figure 10 et le tableau 6 les résultats avec le nouveau calcul de l'OMS (2022). Dans les deux cas, les concentrations sont

comparées aux valeurs de l'INERIS et du BRGM, mais à savoir qu'elles ont été produites avec une base de données construite avec les anciens facteurs I-TEF.

Concentration en dioxines/furannes (pg I-TEQ/m²/j, OMS 1998)	1 (Impact principal)	2 (Impact principal)	3 (Fond)	4 (Impact sec./tert.)	5 (Impact sec./tert.)	6 (Impact tertiaire)	7 (Impact tertiaire)	8 (Impact sec.)	9 (Impact sec./tert.)
Total I-TEQ MIN	0,06	0,04	0,02	0,02	0,03	0,04	0,01	0,01	0,07
Total I-TEQ MAX	1,11	1,08	1,06	1,06	1,08	1,09	1,05	1,05	1,10
MAX I-TEQ MAX	0,30	0,19	0,18	0,18	0,18	0,25	0,18	0,18	0,26

Tableau 5 : Concentrations en dioxines et furannes en équivalent toxique (calcul OMS 1998) mesurées dans les retombées atmosphériques totales

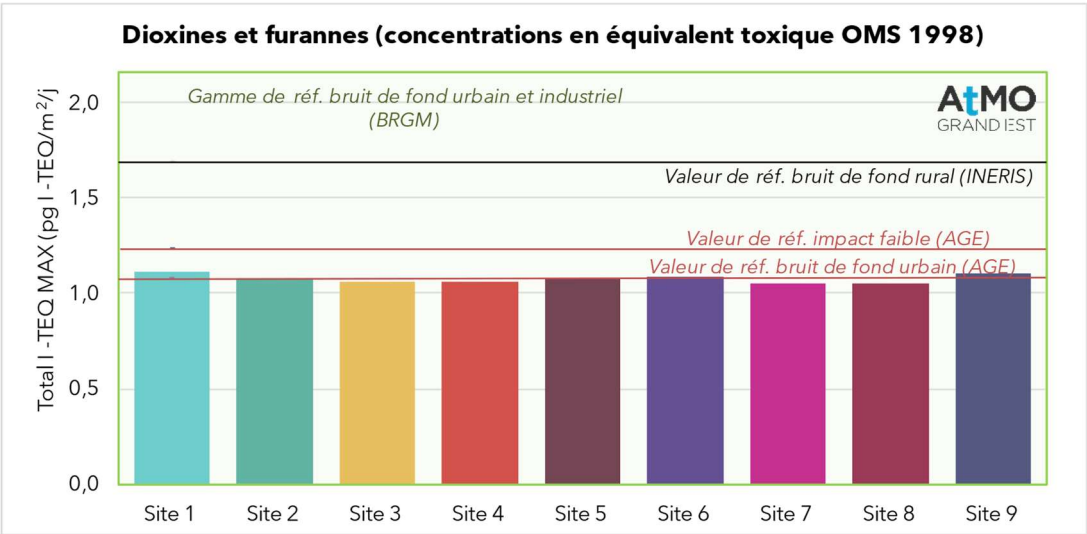


Figure 9 : Concentrations en dioxines et furannes en équivalent toxique (calcul OMS 1998) mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence de l'INERIS/du BRGM et d'ATMO Grand Est

Concentration en dioxines/furannes (pg I-TEQ/m²/j, OMS 2022)	1 (Impact principal)	2 (Impact principal)	3 (Fond)	4 (Impact sec./tert.)	5 (Impact sec./tert.)	6 (Impact tertiaire)	7 (Impact tertiaire)	8 (Impact sec.)	9 (Impact sec./tert.)
Total I-TEQ MIN	0,26	0,16	0,10	0,09	0,16	0,20	0,05	0,05	0,22
Total I-TEQ MAX	1,14	1,01	0,93	0,90	1,00	1,06	0,87	0,86	1,08
MAX I-TEQ MAX	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36

Tableau 6 : Concentrations en dioxines et furannes en équivalent toxique (calcul OMS 2022) mesurées dans les retombées atmosphériques totales

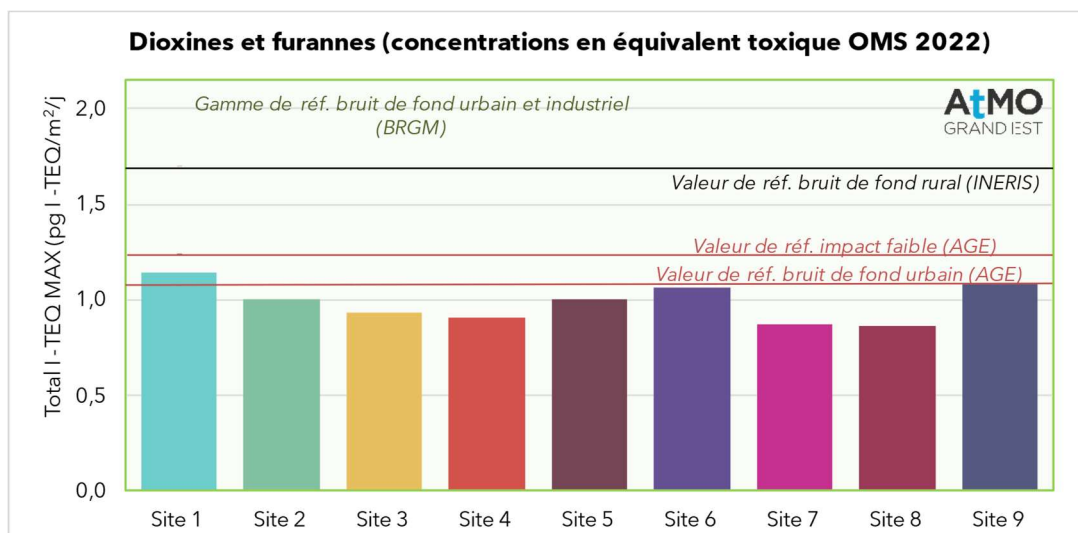


Figure 10 : Concentrations en dioxines et furannes en équivalent toxique (calcul OMS 2022) mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence de l'INERIS/du BRGM et d'ATMO Grand Est

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.

Que ce soit pour les concentrations calculées avec la méthode de l'OMS 1998 ou 2022, l'ensemble des sites prélevés enregistre des concentrations en total I-TEQ MAX en-deçà de la valeur de référence de bruit de fond rural de l'INERIS. Les concentrations se situent également dans la gamme de référence du bruit de fond urbain et industriel du BRGM.

Vis-à-vis des statistiques établies par ATMO Grand Est (méthode de calcul OMS 1998), les concentrations calculées avec le modèle OMS 1998 se situent dans la gamme des sites témoins pour l'ensemble des sites exceptés les sites 1 et 9, ces derniers se situant dans la gamme des sites d'impact faible. Pour les concentrations calculées avec le modèle OMS 2022, tous les sites excepté le site 1 se situent en-dessous de la gamme de teneur des sites témoins, et à l'inverse, le site 1 se situe dans la gamme des sites d'impact faible.

Concernant les concentrations en équivalent toxique calculées avec la méthode de l'OMS 1998, elles sont toutes du même ordre de grandeur.

Cependant, avec la méthode de l'OMS 2022, les concentrations sont plus contrastées : les sites 1, 6 et 9 se démarquent plus qu'avec la méthode de l'OMS 1998, notamment le site 1 (impact principal).

Concentrations en masse

La figure 11 et le tableau 7 ci-après présentent les concentrations massiques des dioxines/furannes mesurées sur les sites autour d'AUREADE.

Concentrations massiques en dioxines/furannes (pg/m²/j)	1 (Impact principal)	2 (Impact principal)	3 (Fond)	4 (Impact sec./tert.)	5 (Impact sec./tert.)	6 (Impact tertiaire)	7 (Impact tertiaire)	8 (Impact sec.)	9 (Impact sec./tert.)
	26,1	15,3	15,0	8,8	28,5	20,0	8,4	7,9	17,9

Tableau 7 : Concentrations massiques en dioxines et furannes (somme des 17 congénères) dans les retombées atmosphériques totales au cours de l'arrêt de l'usine

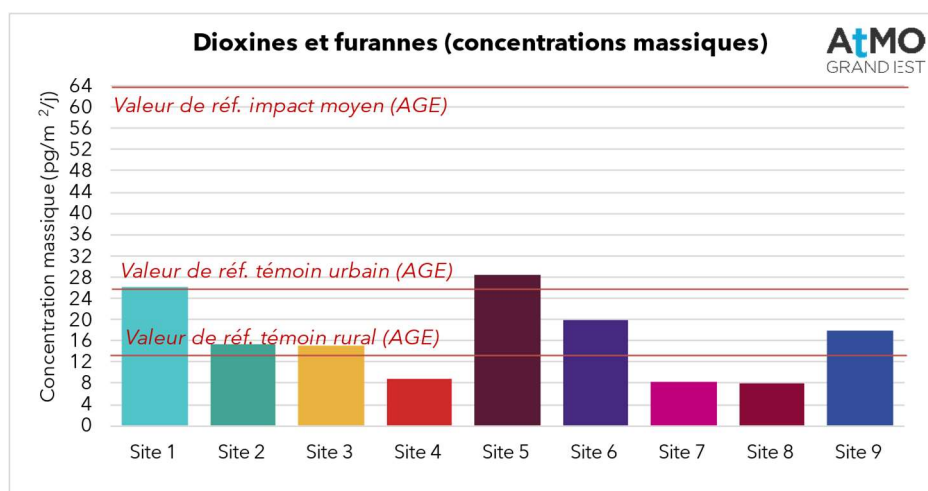


Figure 11 : Concentrations massiques en dioxines et furannes (somme des 17 congénères) mesurées dans les retombées atmosphériques totales comparées aux valeurs de référence d'ATMO Grand Est

Vis-à-vis des données de référence d'ATMO Grand Est, les sites 2, 3, 4, 6, 7, 8 et 9 se situent dans les gammes de concentrations des sites témoins. Quant aux sites 1 et 5, ils se situent au-dessus des niveaux des concentrations observées sur des sites témoin urbains.

Les sites 5 (impact secondaire/tertiaire) et 1 (impact principal) détiennent les plus hautes concentrations massiques de l'ensemble des sites. Les sites 4 (impact secondaire/tertiaire), 7 (impact tertiaire) et 8 (impact secondaire) présentent les teneurs les plus basses. Cet ordre de concentration global sur les sites ne suggère pas un impact prééminent des émissions de l'usine sur les retombées. Néanmoins le fait que le site 1 se démarque, avec une concentration plus haute que les autres sites, peut suggérer un impact de l'UVE sur ce site.

Profils de congénères

La figure 12 ci-après présente les profils des congénères de dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques totales mesurés au cours de la campagne, comparés aux mesures réalisées à l'émission.

Les concentrations des différents congénères dans les retombées sont présentées en détail dans l'annexe 6.

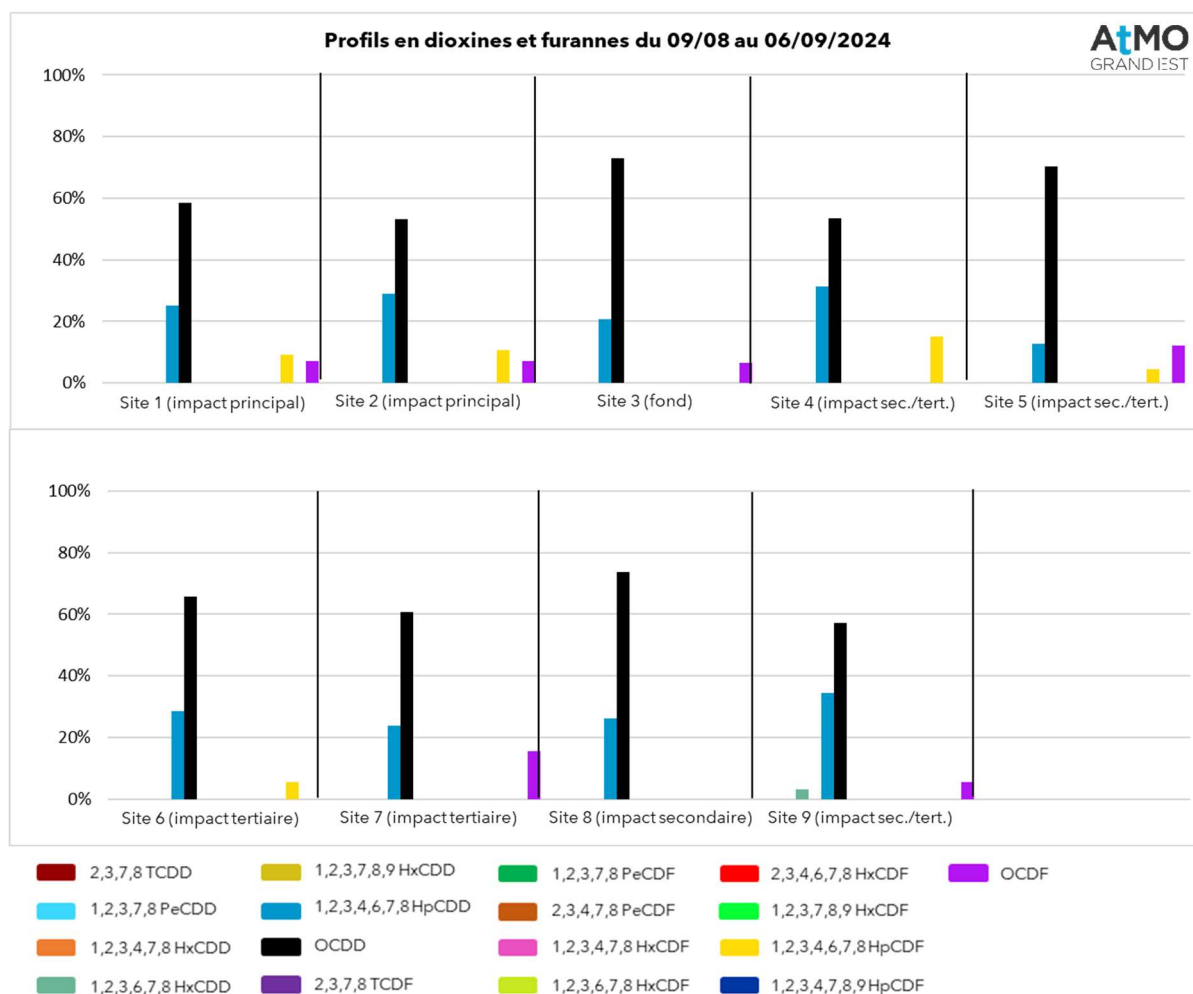
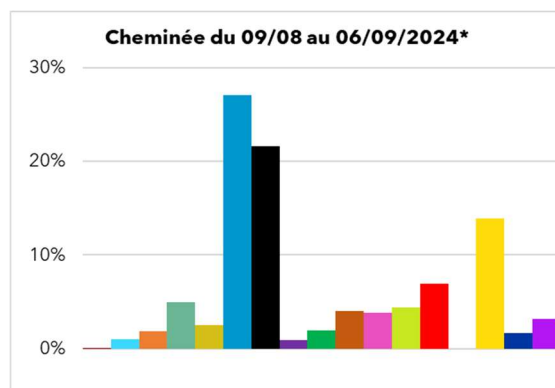


Figure 12 : Teneurs des différents congénères de dioxines/furannes mesurées en sortie de cheminée d'AUREADE et dans les retombées atmosphériques totales à proximité de l'usine (du 09/08 au 06/09/2024) dans les retombées atmosphériques totales

*Rapport KALI'AIR CKL24-A068-PR09-V0114 du 20/09/2024

Seuls les congénères mesurés au-delà de la limite de quantification sont représentés.

Sur l'ensemble des sites l'OCDD et le 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD sont mesurés au-dessus de la limite de quantification et sont prédominants.

En troisième et quatrième congénères prédominants, le 1,2,3,4,6,7 HpCDF et l'OCDF sont observés sur la plupart des sites, seul le site 8 (impact secondaire) n'enregistre pas ces congénères au-dessus de la limite de quantification. Le congénère 1,2,3,6,7,8 HxCDD est également observé sur le site 9 (impact secondaire/tertiaire) en faible proportion.

Au vu de la présence d'OCDD et du 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD sur l'ensemble des sites, il est probablement présent dans le bruit de fond environnemental. De la même manière, le 1,2,3,4,6,7,8 HpCDF et l'OCDF sont présents

sur les exposés comme les sites moins ou non exposés à l'UVE, signifiant qu'ils font probablement également partis du bruit de fond.

A l'émission de l'usine, le 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD est dominant, suivi par l'OCDD, le 1,2,3,4,6,7,8 HpCDF puis le 1,2,3,4,6,8 HpCDF et le 2,3,4,6,7,8 HxCDF.

Dans des proportions différentes, ces trois premiers congénères sont présents sur les différents sites, n'excluant pas un impact des émissions de l'UVE.

b. Métaux lourds

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats obtenus sur les sites prospectés :

Concentration en métaux dans les retombées ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)	1 (Impact principal)	2 (Impact principal)	3 (Fond)	4 (Impact sec./tert.)	5 (Impact sec./tert.)	6 (Impact tertiaire)	7 (Impact tertiaire)	8 (Impact sec.)	9 (Impact sec./tert.)
V	1,62	0,68	2,34	0,85	1,60	0,91	1,30	0,98	2,00
Cr	1,29	0,67	1,36	1,29	4,30	0,73	3,10	0,75	1,17
Mn	43,26	25,43	37,35	19,21	44,19	36,65	45,60	29,45	53,63
Co	0,33	0,19	0,39	0,21	0,37	0,23	0,29	0,18	0,25
Ni	0,95	0,62	1,26	0,62	0,95	0,76	0,77	0,60	0,74
Cu	8,23	9,18	8,40	5,63	9,30	16,31	7,28	5,71	6,82
As	0,73	0,25	0,43	0,23	0,37	0,27	0,34	0,24	0,31
Cd	0,08	0,10	0,06	0,07	0,11	0,08	0,20	0,07	0,09
Sb	0,30	0,23	0,06	0,15	0,07	0,12	0,15	0,15	0,14
Pb	3,30	2,55	2,67	6,74	14,53	2,34	12,34	1,28	1,72
Hg	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Tableau 8 : Concentrations en métaux lourds mesurées dans les retombées atmosphériques totales

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

Le mercure a été mesuré en dessous de la limite de quantification du laboratoire d'analyse.

Les figures 13 à 22 présentent les résultats de mesures pour l'ensemble des métaux au-delà de la limite de quantification (comparés aux valeurs de référence d'ATMO Grand Est et de l'INERIS pour les métaux disposant de ces valeurs).

Pour les métaux disposant de valeur de référence provenant de l'étude INERIS :

Chrome :

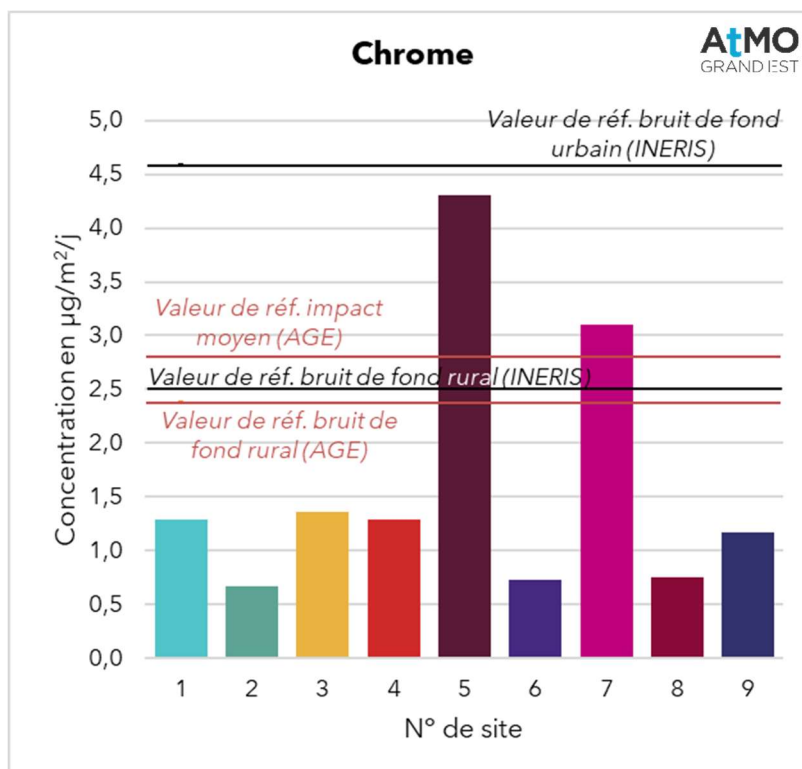


Figure 13 : Concentrations en chrome mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence de l'INERIS et d'ATMO Grand Est

- Les concentrations en chrome mesurées sont toutes inférieures à la valeur de bruit de fond rural de l'INERIS, à l'exception des sites 5 et 7, enregistrant des concentrations situées entre la valeur de bruit de fond rural et le bruit de fond urbain ;
- Au regard des valeurs de la base de données d'ATMO Grand Est, les concentrations restent dans les gammes de sites témoins, sauf les sites 5 et 7, plutôt typiques de concentrations de sites exposés par une UVE. Pour le site 7, cela pourrait être dû à la voie ferrée, quant au site 5, il s'agirait plus probablement d'activités agricoles ;
- Les sites 5 (impact secondaire/tertiaire) et 7 (impact tertiaire) se démarquent des autres sites en ayant une plus grande concentration. Les sites 2 (impact principal), 6 (impact tertiaire) et 8 (impact secondaire) présentent les concentrations les plus basses de la campagne.

Manganèse :

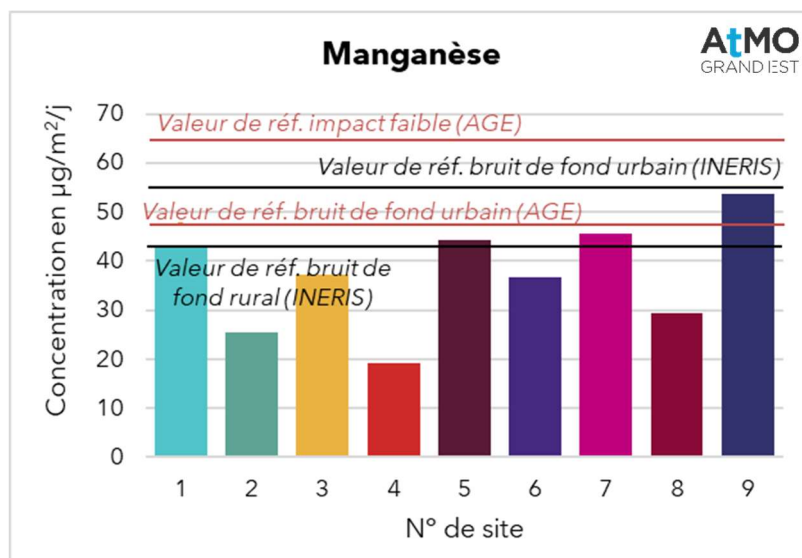


Figure 14 : Concentrations en manganèse mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence de l'INERIS et d'ATMO Grand Est

- Au regard des valeurs de référence de l'INERIS, les points 2, 3, 4, 6 et 8 sont inférieurs à la valeur de bruit de fond rural. Les points 1, 5, 7 et 9 sont quant à eux situés entre la valeur de référence de bruit de fond rural et celle de bruit de fond urbain ;
- En comparaison aux valeurs de la base de données d'ATMO Grand Est, les concentrations de l'ensemble des sites restent dans les gammes de valeurs observées sur site témoin, à l'exception du site 9, qui se situe quant à lui dans les gammes de valeurs de sites impactés par une UVE ;
- Le site 9 (impact secondaire/tertiaire), suivi par les sites 7 (impact tertiaire), 5 (impact secondaire/tertiaire) et 1 (impact principal) sont les sites enregistrant les plus hautes concentrations. Les sites 2 (impact principal), 8 (impact secondaire) et notamment 4 (impact secondaire/tertiaire) présentent les concentrations les plus basses de la campagne.

Nickel :

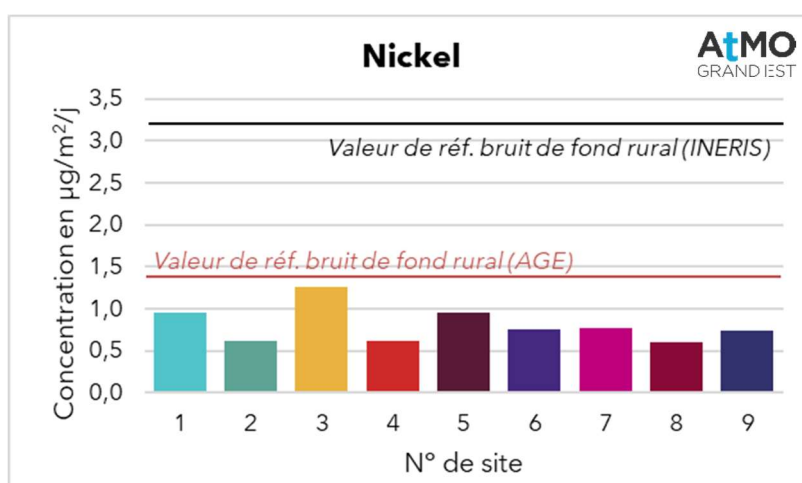


Figure 15 : Concentrations en nickel mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence de l'INERIS et d'ATMO Grand Est

- Les niveaux de nickel sont tous inférieurs à la valeur de bruit de fond rural donnée par l'INERIS ;
- Vis-à-vis des valeurs de la base de données d'ATMO Grand Est, les concentrations en nickel sont toutes situées dans les gammes de valeurs observées sur les sites témoins ;

- Les différents sites présentent des concentrations relativement proches les unes des autres. Le site 3 (fond) présente la concentration la plus haute suivie par le site 1 (impact principal) et 5 (impact secondaire/tertiaire).

Cuivre :

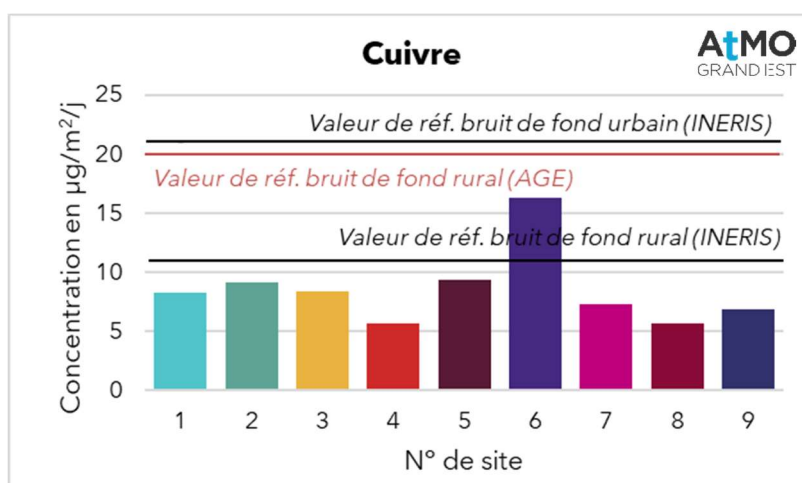


Figure 16 : Concentrations en cuivre mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence de l'INERIS et d'ATMO Grand Est

- Les niveaux en cuivre sont tous inférieurs à la valeur de bruit de fond rural donnée par l'INERIS, excepté le site 6, situé entre le bruit de fond rural et le bruit de fond urbain ;
- Vis-à-vis des valeurs de la base de données d'ATMO Grand Est, les concentrations en cuivre sont toutes situées dans les gammes de valeurs observées sur les sites témoins ;
- Le site 6 (impact tertiaire) se démarque en enregistrant la concentration la plus élevée de la campagne de mesures, possiblement en lien avec des activités agricoles au vu de sa localisation. Les sites 4 (impact secondaire/tertiaire) et 8 (impact secondaire) présentent les concentrations les plus basses.

Arsenic :

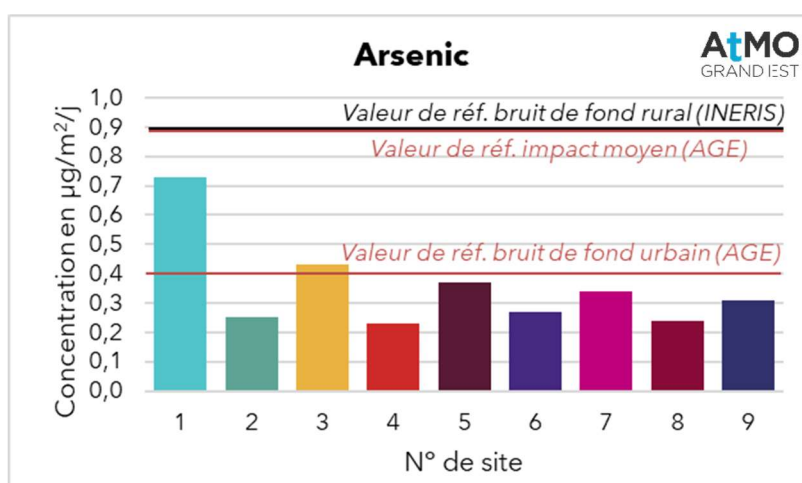


Figure 17 : Concentrations en arsenic mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence de l'INERIS et d'ATMO Grand Est

- L'ensemble des sites sont inférieurs à la valeur de référence de bruit de fond rural donnée par l'INERIS ;

- En comparaison aux valeurs de la base de données d'ATMO Grand Est, les concentrations de l'ensemble des sites restent dans les gammes de valeurs observées sur site témoin, à l'exception des sites 1 et 3, qui se situent quant à eux dans les gammes de valeurs de sites impactés par une UVE ;
- Le site 1 (impact principal) présente la plus haute concentration de la campagne, suivi par le site 3 (fond). Les sites 2 (impact principal) et 4 (impact secondaire/tertiaire) enregistrent les concentrations les plus basses.

Cadmium :

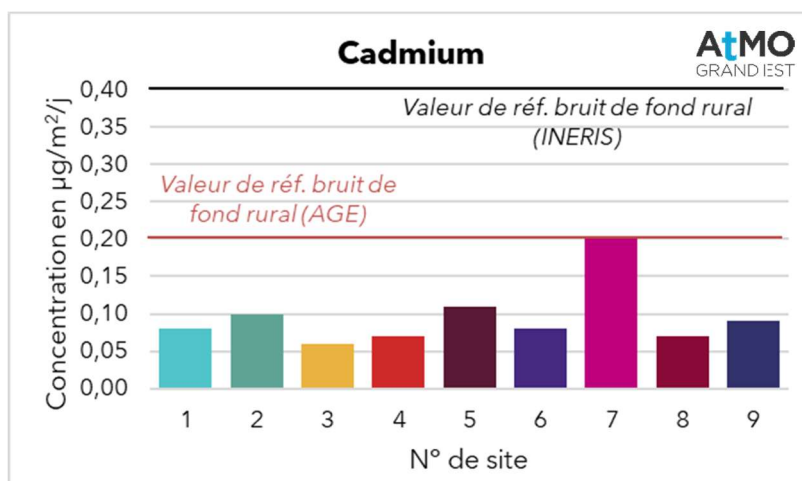


Figure 18 : Concentrations en cadmium mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence de l'INERIS et d'ATMO Grand Est

- Les niveaux en cadmium sont tous inférieurs à la valeur de bruit de fond rural de l'INERIS ;
- En comparaison avec les valeurs de la base de données d'ATMO Grand Est, les concentrations de l'ensemble des sites se situent dans la gamme des sites témoins ;
- Le site 7 (impact tertiaire) est le site enregistrant la plus haute concentration de la campagne de mesures. Les concentrations des autres sites sont du même ordre de grandeur.

Plomb :

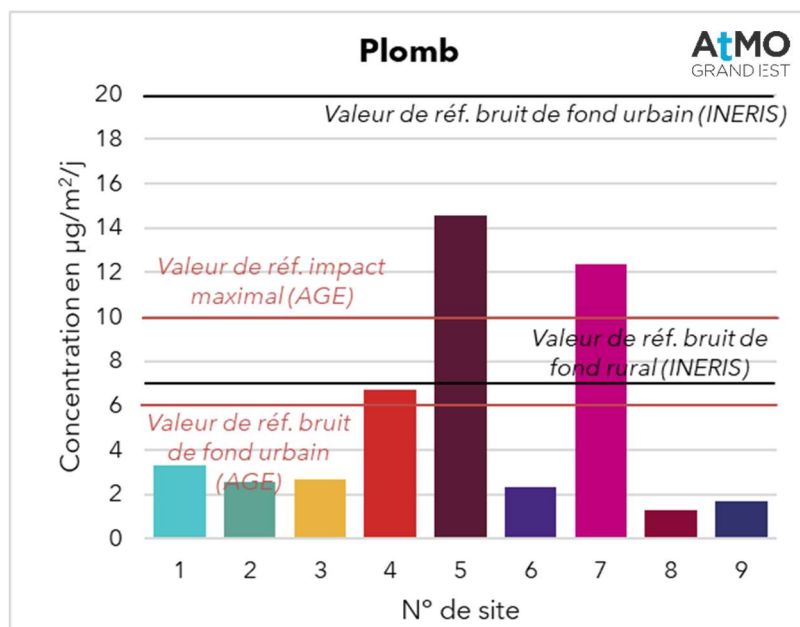


Figure 19 : Concentrations en plomb mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence de l'INERIS et d'ATMO Grand Est

- Les concentrations en plomb sont toutes inférieures à la valeur de bruit de fond rural de l'INERIS, à l'exception des sites 5 et 7, dont les concentrations sont situées entre la valeur de référence de bruit de fond rural et celle de bruit de fond urbain ;
- Vis-à-vis des valeurs de la base de données d'ATMO Grand Est, les concentrations en plomb des sites restent dans les gammes de celles de sites témoins, à l'exception des sites 4 et notamment 5 et 7, situés dans les gammes de concentration de site impacté par une UVE ;
- Le site 5 (impact secondaire/tertiaire) présente la plus haute concentration en plomb, suivi par le site 7 (impact tertiaire) et 4 (impact secondaire/tertiaire). Les sites 8 (impact secondaire) et 9 (impact secondaire/tertiaire) enregistrent les concentrations les plus basses de la campagne.

Pour les métaux ne disposant pas de valeur de référence provenant de l'étude INERIS :

Vanadium :

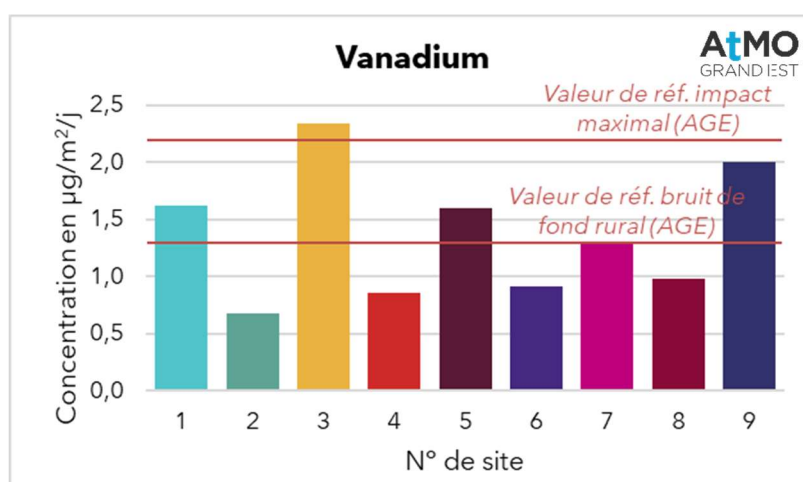


Figure 20 : Concentrations en vanadium mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence d'ATMO Grand Est

- En comparaison avec les valeurs de la base de données d'ATMO Grand Est, les concentrations en vanadium des sites 2, 4, 6, 7 et 8 se situent dans la gamme des sites témoins. Les sites 1, 5, 9 et particulièrement 3 sont typiques de concentrations de sites exposés à une UVE.
- Le site 3 (fond) est le site enregistrant la plus haute concentration de la campagne de mesures, suivi par le site 9 (impact secondaire/tertiaire), et les sites 1 (impact principal) et 5 (impact secondaire/tertiaire).

Cobalt :

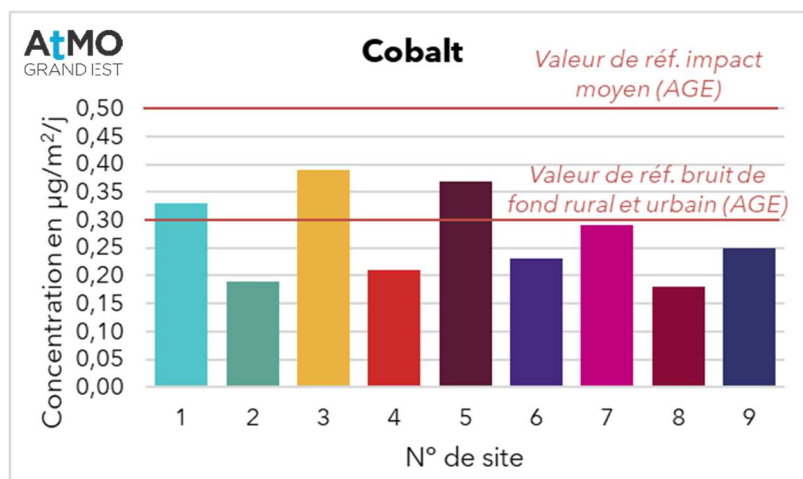


Figure 21 : Concentrations en cobalt mesurées dans les retombées atmosphériques, comparées aux valeurs de référence d'ATMO Grand Est

- Au regard des valeurs de la base de données d'ATMO Grand Est, les concentrations des sites 2, 4, 6, 7, 8 et 9 sont typiques de sites témoins. Néanmoins, les autres sites présentent des concentrations observées en milieu impacté par une UVE ;
- Les sites enregistrent des teneurs en cobalt relativement proches. Le site 3 (fond) présente la concentration en cobalt la plus haute de l'ensemble des sites, suivi par le site 5 (impact secondaire/tertiaire) et le site 1 (impact principal).

Antimoine :

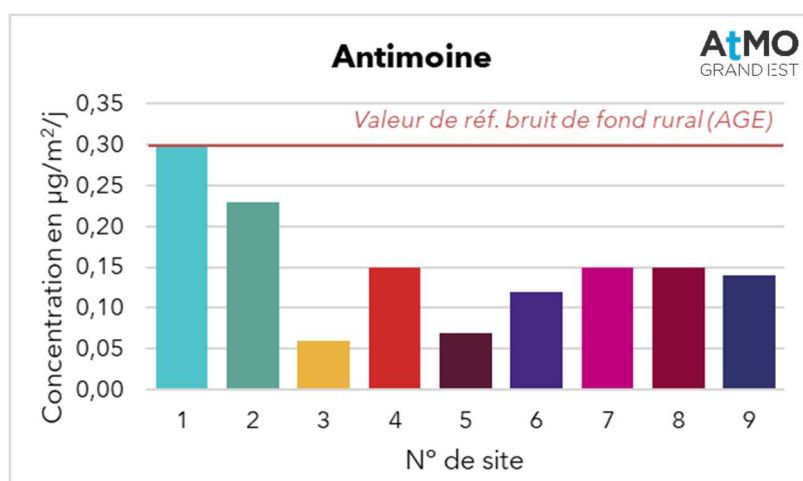


Figure 22 : Concentrations en antimoine mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence d'ATMO Grand Est

- Au regard des valeurs de la base de données d'ATMO Grand Est, les concentrations mesurées sur l'ensemble des sites sont typiques de sites témoins ;

- Les concentrations des différents sites sont relativement proches entre elles. Le site 1 (impact principal) présente la concentration la plus haute, suivi par le site 2 (impact principal). Le site 3 (fond) enregistre la concentration la plus basse.

La figure ci-dessous présente la répartition des différentes concentrations en métaux lourds dans les retombées.

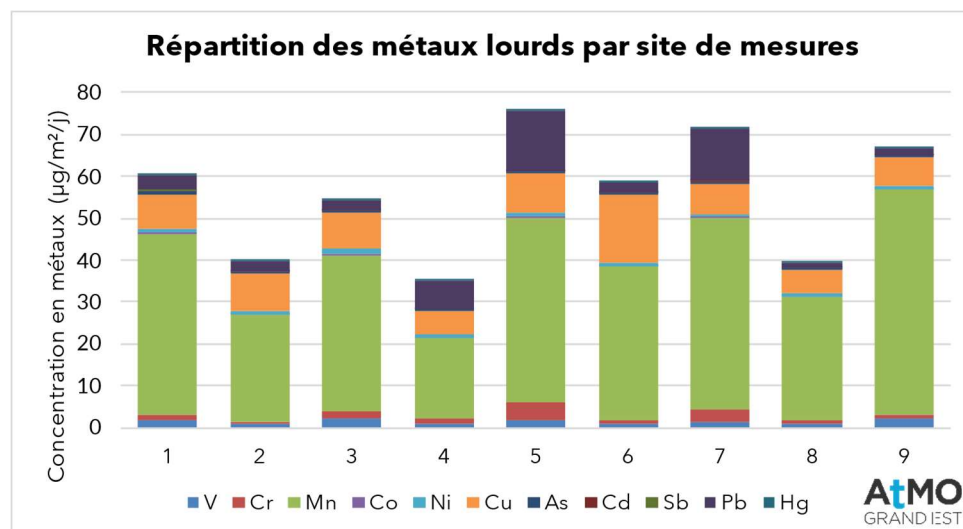


Figure 23 : Répartition des métaux mesurés dans les retombées atmosphériques totales

Le profil global des concentrations en métaux totaux est dominé majoritairement par le manganèse, puis par le cuivre et le plomb. Cet ordre de répartition suit celui des concentrations caractéristiques d'un bruit de fond données par l'INERIS.

Pour beaucoup des métaux mesurés (manganèse, vanadium, cobalt et particulièrement le chrome, le cadmium et le plomb), les sites 5 (impact secondaire/tertiaire) et 7 (impact tertiaire) présentent des concentrations plus hautes que les autres sites ou parmi les plus hautes. Au vu de la position géographique respective des sites et des directions de vents, il est peu probable que ces concentrations soient liées en grande partie aux émissions de l'UVE.

Le site 1 (impact principal) présente une concentration parmi les plus hautes pour plusieurs métaux (manganèse, vanadium, cobalt et surtout arsenic et antimoine), n'excluant pas un impact de l'usine sur ces concentrations. Néanmoins, le site 2 (impact principal également car site le plus proche de l'usine, mais moins dans les vents de l'usine), présente des concentrations plutôt basses, sauf pour le cuivre, le cadmium et l'antimoine.

Concernant l'antimoine, l'ordre des concentrations sur les différents sites peut montrer un impact de l'usine et/ou de la zone industrielle dans l'environnement.

c. Poussières

Le tableau 9 et la figure 24 regroupent les concentrations en poussières dans les retombées atmosphériques totales mesurées au cours de la campagne.

Concentration en poussières dans les retombées (µg/m²/j)	1 (Impact principal)	2 (Impact principal)	3 (Fond)	4 (Impact sec./tert.)	5 (Impact sec./tert.)	6 (Impact tertiaire)	7 (Impact tertiaire)	8 (Impact sec.)	9 (Impact sec./tert.)
	153,90	180,12	125,64	63,53	121,05	151,58	165,14	165,82	193,07

Tableau 9 : Concentrations en poussières mesurées dans les retombées atmosphériques totales

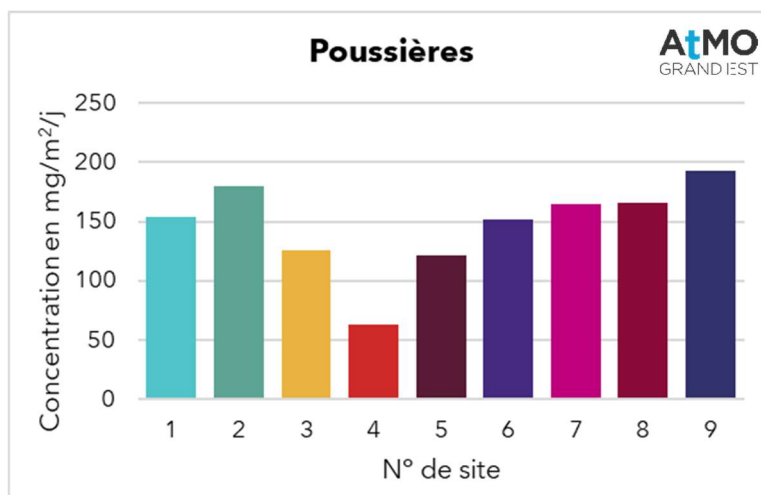


Figure 24 : Concentrations en poussières mesurées dans les retombées atmosphériques totales

Le site 9 (impact secondaire/tertiaire) présente la plus haute teneur en poussière de la campagne, possiblement en lien avec des activités agricoles, suivi par le site 2 (impact principal). Le site 4 (impact secondaire/tertiaire) présente la concentration la plus basse. L'ordre des concentrations ne tend pas à montrer un impact prééminent des émissions de l'UVE sur les niveaux en poussières.

CONCLUSION

Ce rapport dresse le bilan de la seconde campagne de mesures de l'année 2024 réalisée autour de l'usine de l'UVE AUREADE. La campagne de mesures s'est déroulée du 9 août au 6 septembre 2024 pour les dioxines et métaux lourds dans les retombées atmosphériques totales.

Les conclusions de cette campagne sont les suivantes :

Dioxines/furannes :

L'ensemble des sites prélevés enregistrent des concentrations en total I-TEQ MAX typiques d'un niveau de bruit de fond selon les valeurs de l'INERIS et du BRGM.

Les sites 5 (impact secondaire/tertiaire) et 1 (impact principal) détiennent les plus hautes concentrations massiques de l'ensemble des sites. L'ordre des concentrations des différents sites ne suggère pas un impact prééminent des émissions de l'usine sur les retombées, néanmoins le fait que le site 1 se démarque avec une concentration plus haute que les autres sites, peut impliquer un impact de l'UVE sur celui-ci.

Sur l'ensemble des sites l'OCDD et le 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD sont mesurés au-dessus de la limite de quantification et sont prédominants. Les congénères 1,2,3,4,6,7 HpCDF et/ou OCDF sont également observés sur la plupart des sites. La présence de ces quatre molécules sur toutes les typologies de sites tend à montrer que celles-ci font partie du bruit de fond environnemental.

Néanmoins, dans des proportions différentes, les 2 ou 3 congénères principaux observés en sortie de cheminée sont également observés sur les différents sites, n'excluant pas un impact des émissions de l'UVE dans l'environnement.

Métaux lourds :

Tous les métaux ont été mesurés au-delà de la limite de quantification à l'exception du mercure.

Pour les métaux disposant de valeur de référence provenant de l'étude INERIS, aucun site n'a enregistré de concentration supérieure au bruit de fond urbain de référence.

Pour beaucoup des métaux mesurés (manganèse, vanadium, cobalt et particulièrement le chrome, le cadmium et le plomb), les sites 5 (impact secondaire/tertiaire) et 7 (impact tertiaire) présentent des concentrations plus hautes que les autres sites ou parmi les plus hautes. Au vu de la position géographique respective des sites et des directions de vents, il est peu probable que les émissions de l'UVE soient liées en grande partie à ces concentrations. Pour ces sites, cela peut être dû aux activités agricoles, et pour le site 7 cela peut être dû à la voie ferrée.

Le site 1 (impact principal) présente une concentration parmi les plus hautes pour plusieurs métaux (manganèse, vanadium, cobalt et surtout arsenic et antimoine), n'excluant pas un impact de l'usine sur ces concentrations. Néanmoins, le site 2 (impact principal également car site le plus proche de l'usine, mais moins dans les vents de l'usine), présente des concentrations plutôt basses, sauf pour le cuivre, le cadmium et l'antimoine.

Concernant l'antimoine, l'ordre des concentrations sur les différents sites peut montrer un impact de l'usine et/ou de la zone industrielle dans l'environnement.

Poussières :

Le site 9 (impact secondaire/tertiaire) présente la plus haute teneur en poussières de la campagne, suivi par le site 2 (impact principal), probablement lié en partie aux activités agricoles, et peut-être à l'UVE/aux activités industrielles pour le site 2. L'ordre des concentrations ne tend pas à montrer un impact proéminent des émissions de l'UVE sur les niveaux en poussières.

Perspectives :

Les résultats de cette campagne de mesures seront consolidés dans le bilan annuel avec ceux de la 1ère campagne de 2024.

Annexe 1 : Impact sur la santé/l'environnement et émissions des polluants

Dioxines/furannes

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 = Σ (C_i x 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. A savoir que depuis mars 2024, l'OMS propose des nouveaux coefficients d'équivalence toxique I-TEF, établis à partir d'une base de données plus complète que lors des précédentes études et en actualisant la méthode de calcul^{3,4}.

Pour la surveillance d'AUREADE, 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

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

Congénère	I-TEF	Congénère	I-TEF
-----------	-------	-----------	-------

³ Article de l'OMS « WHO expert consultation on updating the 2005 toxic equivalency factors for dioxin like compounds, including some polychlorinated biphenyls », 15 mars 2024, <https://www.who.int/news/item/15-03-2024-who-expert-consultation-on-updating-the-2005-toxic-equivalency-factors-for-dioxin-like-compounds-including-some-polychlorinated-biphenyls>

⁴ The 2022 world health organization reevaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for polychlorinated dioxins, dibenzofurans and biphenyls, Michael De Vito et al., Regulatory Toxicology and Pharmacology, janvier 2024

Dioxines		Furannes	
2,3,7,8 TCDD	1	2,3,7,8 TCDF	0,07
1,2,3,7,8 PeCDD	0,4	1,2,3,7,8 PeCDF	0,01
1,2,3,4,7,8 HxCDD	0,09	2,3,4,7,8 PeCDF	0,1
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0,07	1,2,3,4,7,8 HxCDF	0,3
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,05	1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,09
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0,05	2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,1
OCDD	0,001	1,2,3,7,8,9 HxCDF	0,2
		1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,02
		1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	0,1
		OCDF	0,002

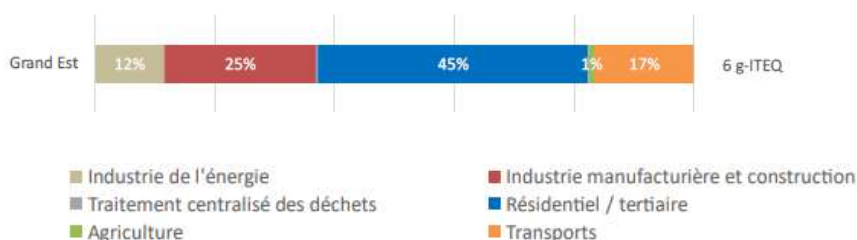
Facteur international d'équivalence toxique (I-TEF) pour les 17 congénères de dioxines/furannes (système OMS 2022)

Emissions des dioxines/furannes dans le Grand Est (source ATMO Grand Est Invent'air V2023)

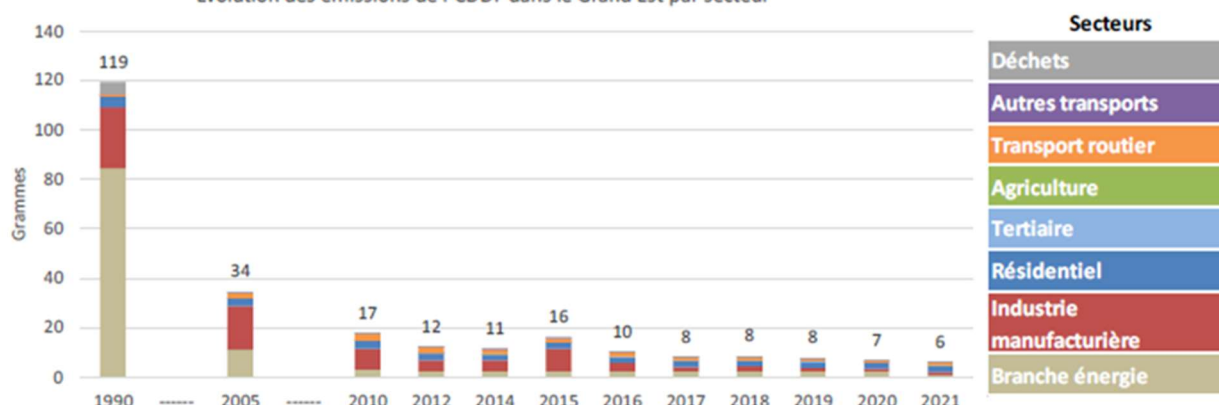
Les émissions de dioxines proviennent de procédés industriels divers faisant intervenir la combustion incomplète de dérivés aromatiques chlorés ou impliquant la synthèse de dérivés chlorés (incinération des déchets, fonderie, métallurgie, sidérurgie, brûlage de câbles, fabrication d'herbicides et de 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'événements 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, puis à 6 g/an en 2021. Les deux secteurs prépondérants des émissions de PCDD/Fs en 2021 sont le résidentiel/tertiaire (45 %) et l'industrie manufacturière/la construction (25 %).

Emissions de PCDDF totales et par secteur en g-ITEQ en 2021



Evolution des émissions de PCDDF dans le Grand Est par secteur



Source ATMO Grand Est Invent'Air V2023

Remarque : les émissions des UVE sont comprises dans le secteur de l'énergie. Répartitions des émissions en PCDD/Fs dans le Grand Est en 2021 (haut) et évolution depuis 1990 (bas)

Métaux lourds

Impact sur la santé/l'environnement

La plupart des métaux lourds, 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 cancérogènes.

- **Le plomb** est un polluant particulièrement toxique pour la santé humaine. Cette toxicité est renforcée par 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 cancérogène 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 cancérogènes 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 cancérogène 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 cancérogène pour l'homme.

Emissions des métaux lourds dans le Grand Est (source ATMO Grand Est Invent'air v2023)

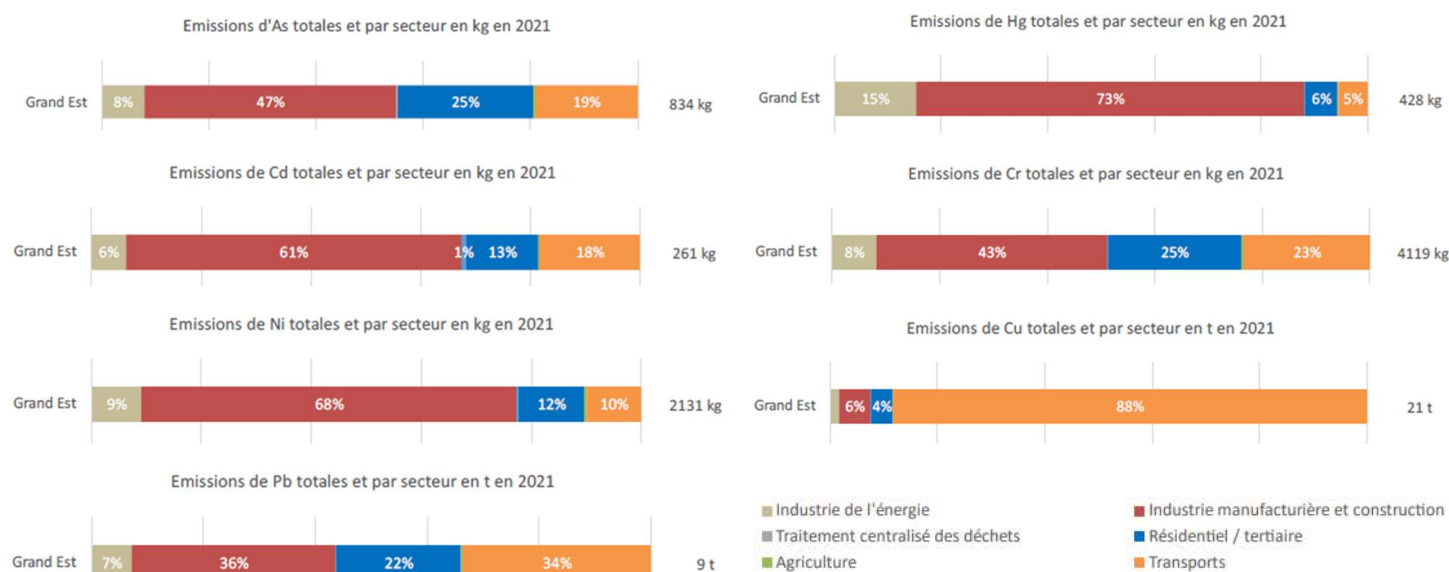
Les métaux lourds sont émis lors de la combustion du charbon et du pétrole. Ils sont également issus de l'incinération des ordures ménagères et de certains procédés industriels. Quatre de ces métaux lourds sont concernés par la réglementation en raison de leur toxicité : le plomb, l'arsenic, le cadmium 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 VALAUBIA, les métaux lourds suivants sont mesurés dans les retombées atmosphériques et dans l'air ambiant : thallium (Tl), vanadium (V), chrome (Cr), manganèse (Mn), cobalt (Co), nickel (Ni), cuivre (Cu), arsenic (As), cadmium (Cd), antimoine (Sb), plomb (Pb) et mercure (Hg).

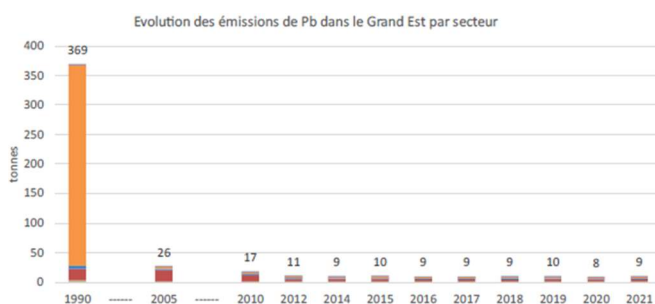
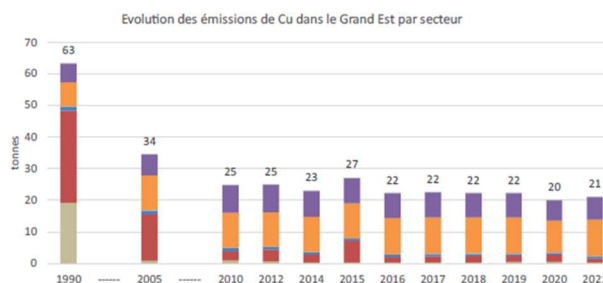
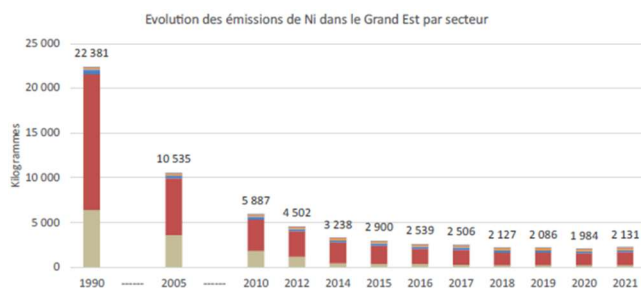
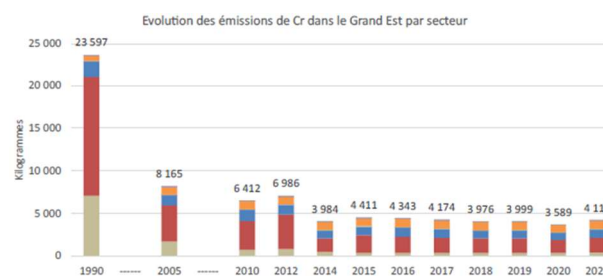
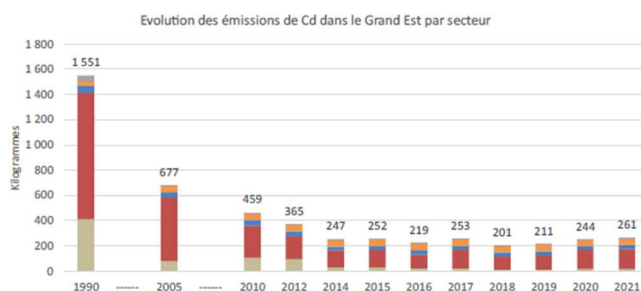
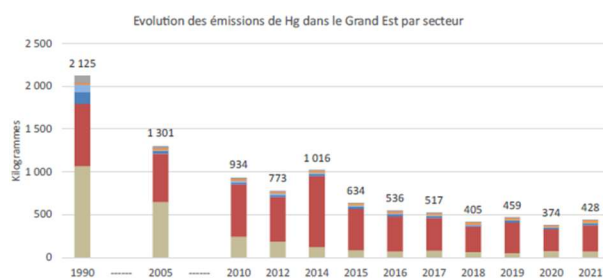
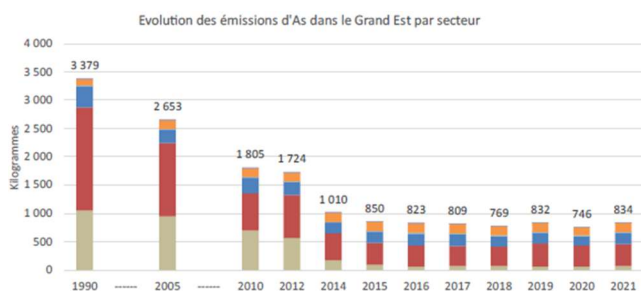
ATMO Grand Est réalise chaque année la description qualitative et quantitative des rejets d'une dizaine de métaux.

A l'échelle du Grand Est en 2021, 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 (caténaires 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 et le zinc ont quant à eux vu une baisse moins forte (facteur 3). L'évolution des émissions en métaux se stabilise ou diminue légèrement ces dernières années



Répartitions des émissions en arsenic, cadmium, nickel, plomb, mercure, chrome et cuivre dans le Grand Est en 2021



Répartition et évolution des émissions en en arsenic, cadmium, nickel, plomb, mercure, chrome et cuivre dans le Grand Est de 1990 à 2021

Annexe 2 : Valeurs de référence

Pour les **dioxines et furannes**, il n'existe pas de niveau réglementaire français 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 classées⁵ :

Typologie	PCDD/F dans les dans les dépôts atmosphériques totaux (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

Niveaux de PCDD/F dans les dépôts atmosphériques totaux (BRGM, 2011)

Typologie	PCDD/F dans les dans les dépôts atmosphériques totaux (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

Niveaux de PCDD/F dans les dépôts atmosphériques totaux (INERIS, 2012)

De la même façon, il n'existe aucune norme et valeurs réglementaires sur les retombées en **métaux**. Le tableau suivant regroupe des valeurs typiques de retombées en chrome, manganèse, nickel, cuivre, arsenic, cadmium, plomb et mercure répertoriées par l'INERIS pour différents environnements.

⁵ Rapport d'étude n° DRC-13-136338-06193C de l'INERIS et du BRGM

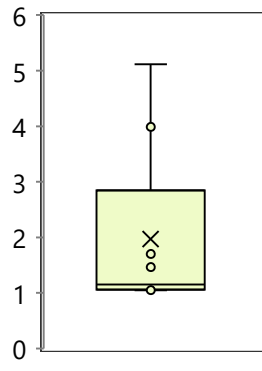
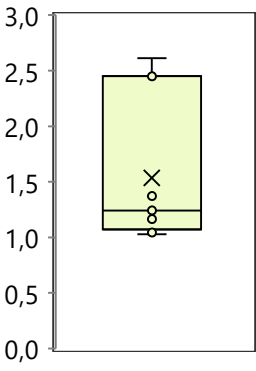
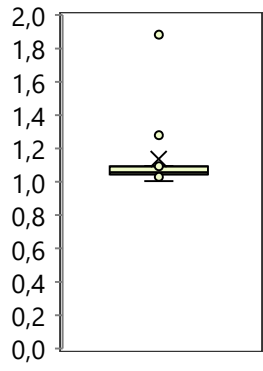
Typologie	Métaux dans les dépôts atmosphériques totaux (µg/m²/j)							
	Cr	Mn	Ni	Cu	As	Cd	Pb	Hg
Bruit de fond rural	2,5	43	3,2	11	0,9	0,4	7	0,1
Bruit de fond urbain	4,6	55	4,0	21	1,3	0,5	20	0,1
Zone impactée entre 500 et 1000 m de l'UIOM	2,1	35	5,0	31	1	0,3	5	0,3
Zone impactée entre 100 et 500 m de l'UIOM	2,8	32	3,2	40	1,4	0,3	11	0,4
Zone impactée à moins de 100 m de l'UIOM	29,5	291	25,9	23	2,8	2,8	217	0,5

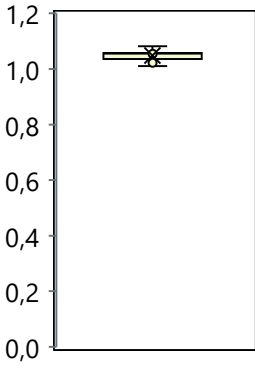
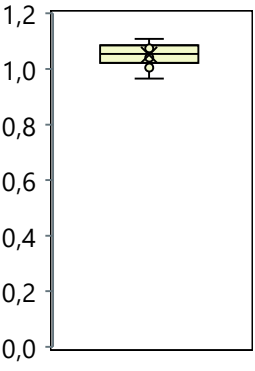
Niveaux de métaux dans les dépôts atmosphériques totaux de référence (étude INERIS en France de 1991 à 2012)

Des valeurs de référence ont également été produites par ATMO Grand Est à partir des mesures effectuées par l'association de 2020 à 2023. Elles sont répertoriées dans les documents SURV-EN-1000_2⁶ (dioxines et furannes, concentrations en équivalent toxique et concentrations massiques) et SURV-EN-1114⁷ (métaux lourds).

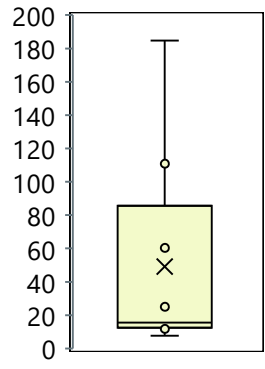
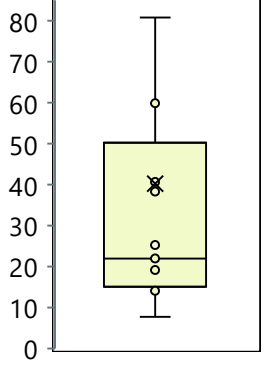
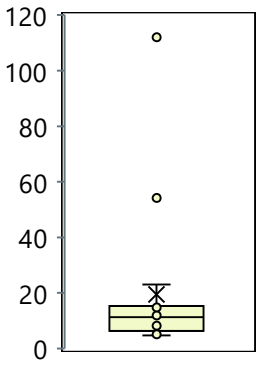
6 Surveillance des dioxines et furannes dans les retombées atmosphériques totales à proximité des incinérateurs par ATMO Grand Est Etat des lieux et statistiques – 2024

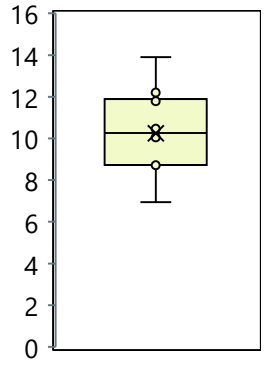
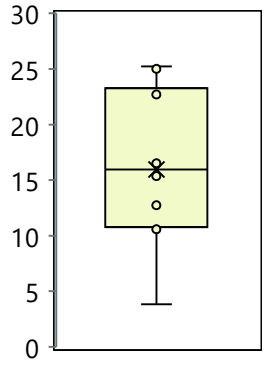
7 Surveillance des métaux lourds dans les retombées atmosphériques totales à proximité des incinérateurs par ATMO Grand Est Etat des lieux et statistiques – 2024

Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		9	13	16
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	4	4
Concentrations en dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques totales en total I-TEQ MAX en pg I-TEQ/m ² /j (OMS 1998)	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	1,05 - 4,22	1,05 - 2,50	1,04 - 1,29
	Centile 25	1,06	1,10	1,05
	Moyenne	1,97	1,56	1,14
	Médiane	1,15	1,24	1,06
	Centile 75	1,70	2,28	1,09
	Distribution statistique			

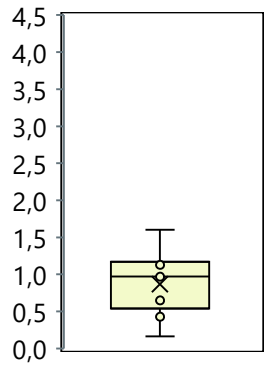
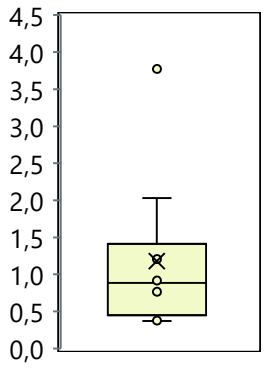
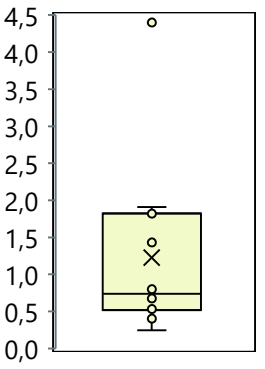
Influence/typologie		Témoïn rural	Témoïn urbain
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		10	10
Années couvertes		2020 - 2023	
Nombre de départements couverts		3	2
Concentrations en dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques totales en total I-TEQ MAX en pg I-TEQ/m ² /j (OMS 1998)	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	1,02 - 1,06	1,00 - 1,09
	Centile 25	1,04	1,03
	Moyenne	1,05	1,05
	Médiane	1,05	1,05
	Centile 75	1,06	1,08
	Distribution statistique		

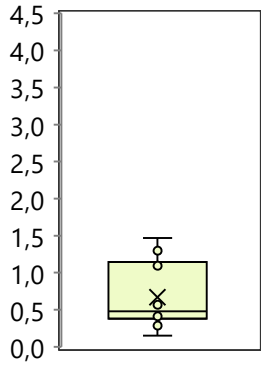
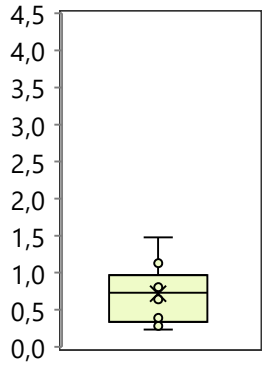
Statistiques et valeurs ubiquitaires de concentrations en dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques totales en total I-TEQ MAX

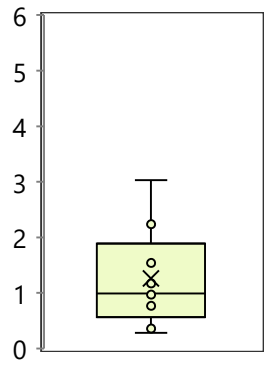
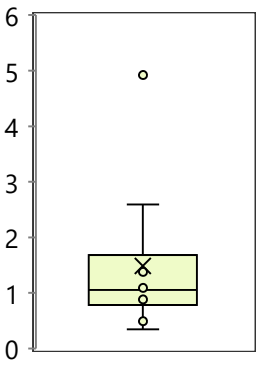
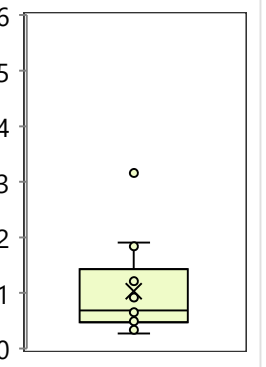
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		9	13	16
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	4	4
Concentrations massiques en dioxines/furannes (17 congénères les plus toxiques) dans les retombées atmosphériques totales en pg/m ² /j	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	11 - 126	14 - 77	5 - 39
	Centile 25	13	15	6
	Moyenne	49	40	19
	Médiane	15	22	11
	Centile 75	60	41	15
	Distribution statistique			

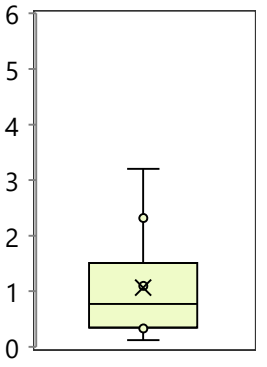
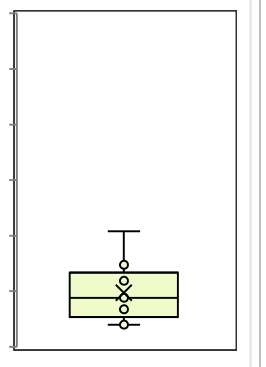
Influence/typologie		Témoïn rural	Témoïn urbain
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		10	10
Années couvertes		2020 - 2023	
Nombre de départements couverts		2	4
Concentrations massiques en dioxines/furannes (17 congénères les plus toxiques) dans les retombées atmosphériques totales en pg/m ² /j	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	9 - 12	10 - 25
	Centile 25	9	11
	Moyenne	10	16
	Médiane	10	16
	Centile 75	12	21
	Distribution statistique		

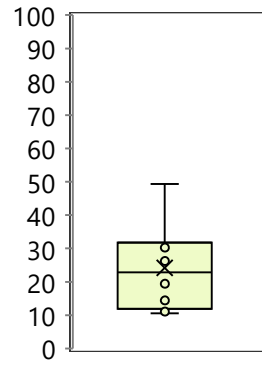
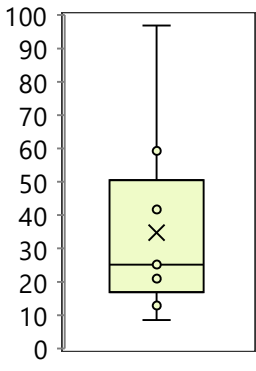
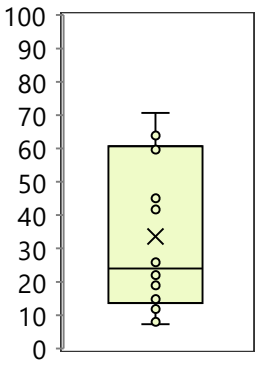
Statistiques et valeurs ubiquitaires de concentrations en dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques totales en concentrations massiques (sommées des 17 congénères mesurés)

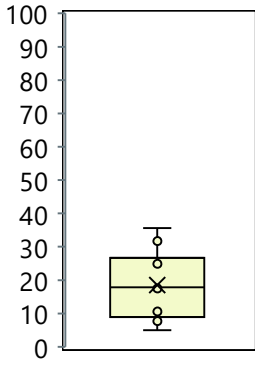
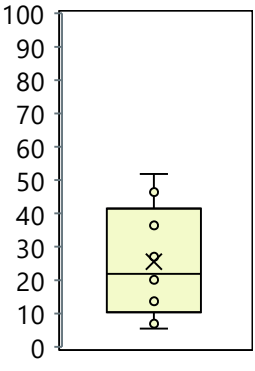
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		9	10	14
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	3	3
Concentrations en vanadium (V) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	0,4 - 1,3	0,4 - 2,2	0,4 - 1,9
	Centile 25	0,6	0,5	0,5
	Moyenne	0,9	1,2	1,2
	Médiane	1,0	0,9	0,7
	Centile 75	1,1	1,2	1,7
	Distribution statistique			

Influence/typologie		Témoïn rural	Témoïn urbain
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		10	9
Années couvertes		2020 - 2023	
Nombre de départements couverts		2	3
Concentrations en vanadium (V) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	0,3 - 1,3	0,3 - 1,2
	Centile 25	0,4	0,4
	Moyenne	0,7	0,7
	Médiane	0,5	0,7
	Centile 75	1,0	0,8
	Distribution statistique		

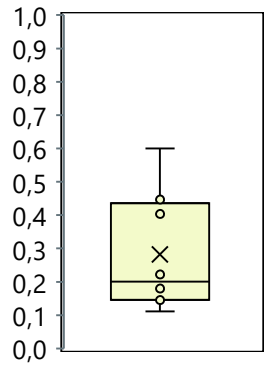
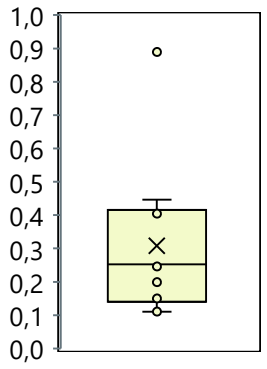
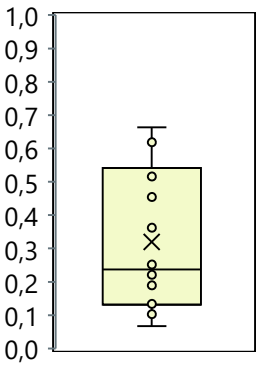
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		9	10	14
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	3	3
Concentrations en chrome (Cr) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	0,3 - 2,4	0,5 - 2,8	0,4 - 1,9
	Centile 25	0,8	0,9	0,5
	Moyenne	1,3	1,5	1,0
	Médiane	1,0	1,1	0,7
	Centile 75	1,5	1,3	1,3
	Distribution statistique			

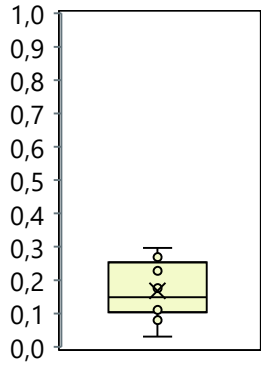
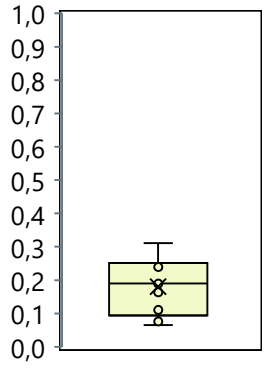
Influence/typologie		Témoïn rural	Témoïn urbain
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		10	9
Années couvertes		2020 - 2023	
Nombre de départements couverts		2	3
Concentrations en chrome (Cr) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	0,3 - 2,4	0,4 - 1,6
	Centile 25	0,4	0,7
	Moyenne	1,1	1,0
	Médiane	0,8	0,9
	Centile 75	1,2	1,2
	Distribution statistique		

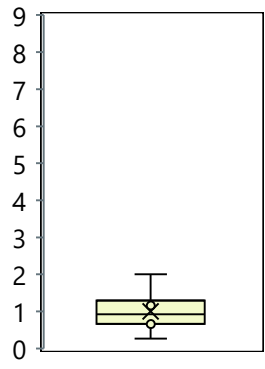
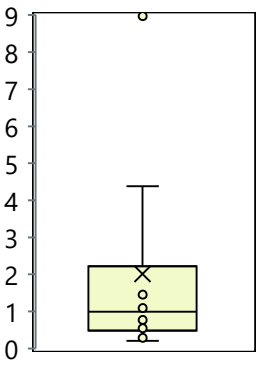
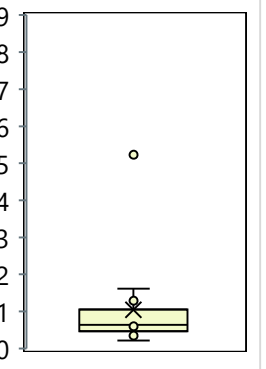
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		8	9	14
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	3	3
Concentrations en manganèse (Mn) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	11 - 37	12 - 67	9 - 65
	Centile 25	14	21	14
	Moyenne	24	35	34
	Médiane	23	25	24
	Centile 75	31	42	56
	Distribution statistique			

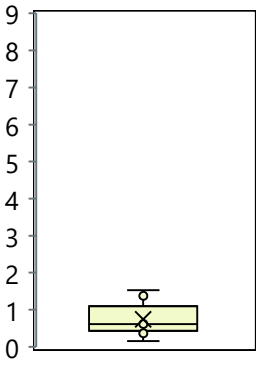
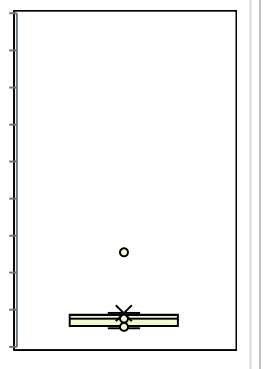
Influence/typologie		Témoïn rural	Témoïn urbain
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		10	9
Années couvertes		2020 - 2023	
Nombre de départements couverts		2	3
Concentrations en manganèse (Mn) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	7 - 32	7 - 48
	Centile 25	10	14
	Moyenne	19	26
	Médiane	18	22
	Centile 75	25	36
	Distribution statistique		

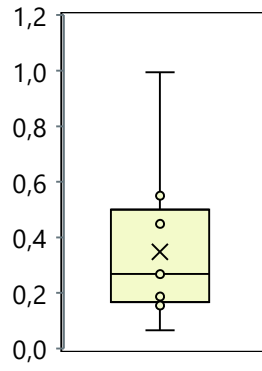
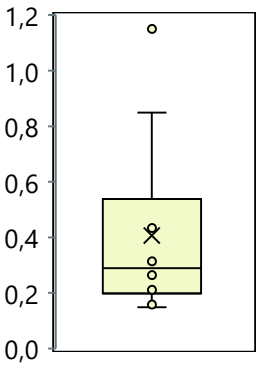
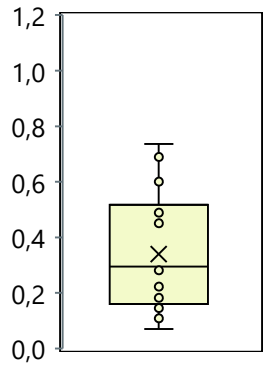
Statistiques et valeurs ubiquitaires de concentrations en manganèse dans les retombées atmosphériques totales

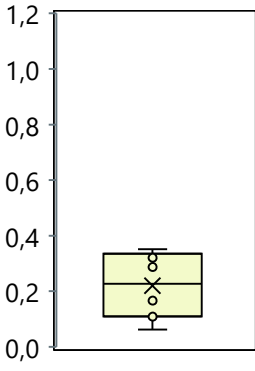
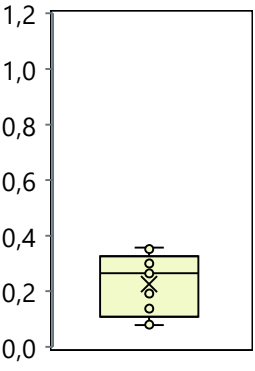
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		8	10	14
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	3	3
Concentrations en cobalt (Co) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	0,1 - 0,5	0,1 - 0,5	0,1 - 0,6
	Centile 25	0,1	0,2	0,1
	Moyenne	0,3	0,3	0,3
	Médiane	0,2	0,3	0,2
	Centile 75	0,4	0,4	0,5
	Distribution statistique			

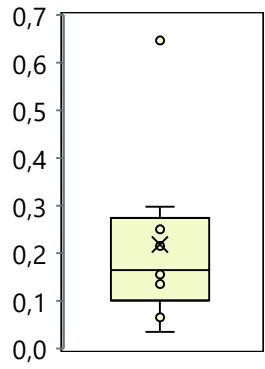
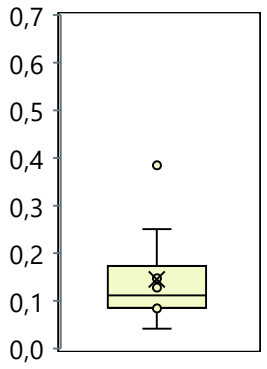
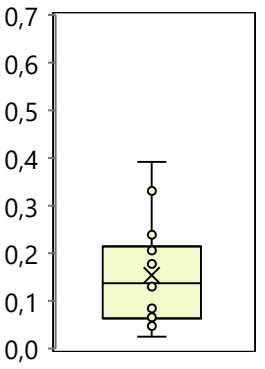
Influence/typologie		Témoïn rural	Témoïn urbain
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		10	9
Années couvertes		2020 - 2023	
Nombre de départements couverts		2	3
Concentrations en cobalt (Co) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	0,1 - 0,3	0,1 - 0,3
	Centile 25	0,1	0,1
	Moyenne	0,2	0,2
	Médiane	0,1	0,2
	Centile 75	0,2	0,2
	Distribution statistique		

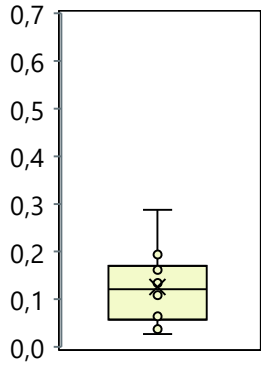
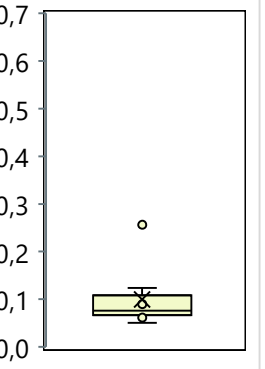
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		8	10	13
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	3	3
Concentrations en nickel (Ni) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	0,5 - 1,5	0,3 - 4,8	0,4 - 1,6
	Centile 25	0,7	0,6	0,5
	Moyenne	1,0	2,0	1,0
	Médiane	0,9	1,0	0,6
	Centile 75	1,3	1,5	0,8
	Distribution statistique			

Influence/typologie		Témoïn rural	Témoïn urbain
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		9	9
Années couvertes		2020 - 2023	
Nombre de départements couverts		2	3
Concentrations en nickel (Ni) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	0,3 - 1,4	0,5 - 1,2
	Centile 25	0,5	0,6
	Moyenne	0,7	0,9
	Médiane	0,6	0,8
	Centile 75	0,8	0,8
	Distribution statistique		

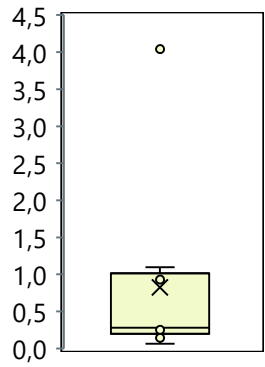
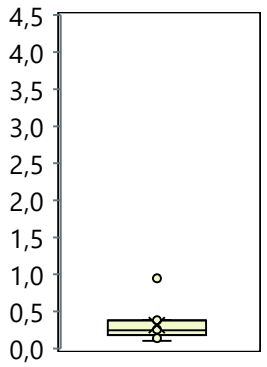
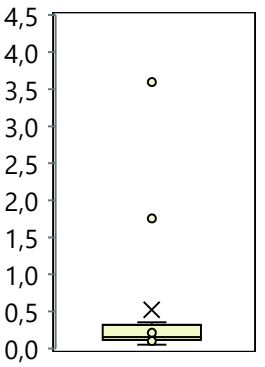
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		9	10	14
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	3	3
Concentrations en arsenic (As) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	0,1 - 0,6	0,2 - 0,9	0,1 - 0,7
	Centile 25	0,2	0,2	0,2
	Moyenne	0,3	0,4	0,3
	Médiane	0,3	0,3	0,3
	Centile 75	0,4	0,4	0,5
	Distribution statistique			

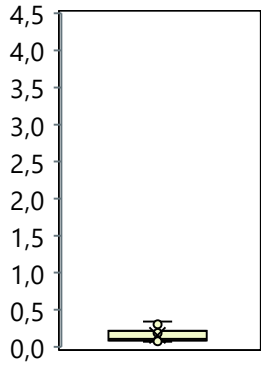
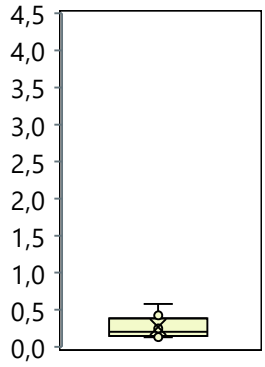
Influence/typologie		Témoïn rural	Témoïn urbain
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		10	9
Années couvertes		2020 - 2023	
Nombre de départements couverts		2	3
Concentrations en arsenic (As) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	0,1 - 0,3	0,1 - 0,4
	Centile 25	0,1	0,1
	Moyenne	0,2	0,2
	Médiane	0,2	0,3
	Centile 75	0,3	0,3
	Distribution statistique		

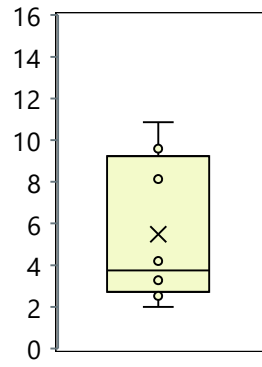
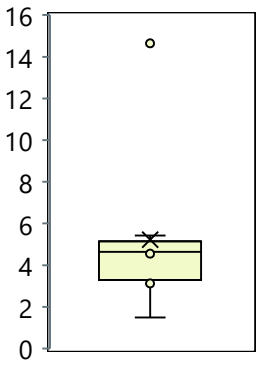
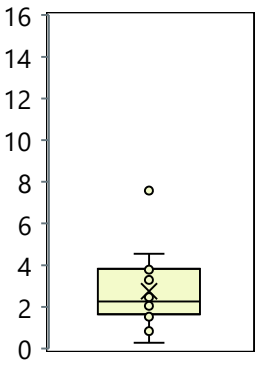
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		9	10	14
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	3	3
Concentrations en cadmium (Cd) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	0,1 - 0,4	0,1 - 0,3	0,1 - 0,3
	Centile 25	0,1	0,1	0,1
	Moyenne	0,2	0,1	0,2
	Médiane	0,2	0,1	0,1
	Centile 75	0,3	0,1	0,2
	Distribution statistique			

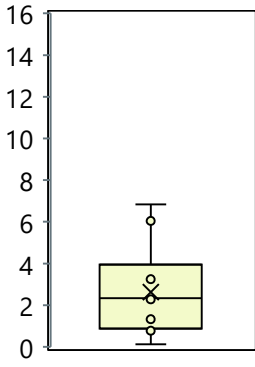
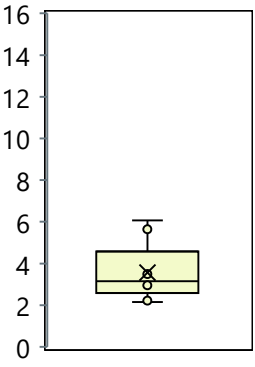
Influence/typologie		Témoïn rural	Témoïn urbain
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		10	9
Années couvertes		2020 - 2023	
Nombre de départements couverts		2	3
Concentrations en cadmium (Cd) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	0,0 - 0,2	0,1 - 0,1
	Centile 25	0,1	0,1
	Moyenne	0,1	0,1
	Médiane	0,1	0,1
	Centile 75	0,2	0,1
	Distribution statistique		

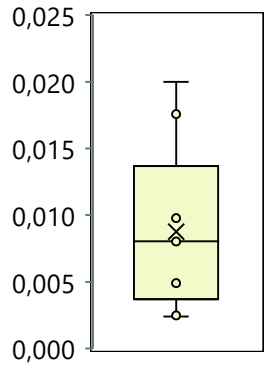
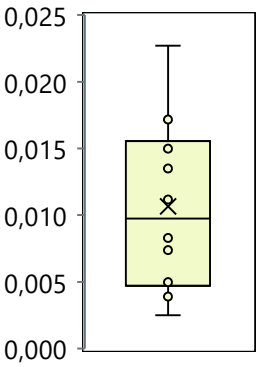
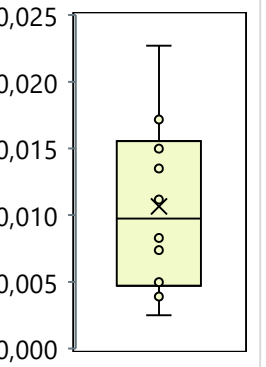
Statistiques et valeurs ubiquitaires de concentrations en cadmium dans les retombées atmosphériques totales

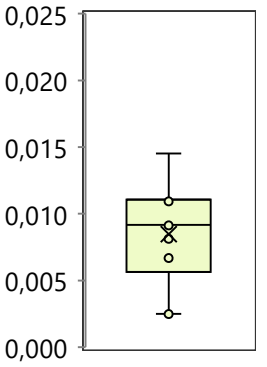
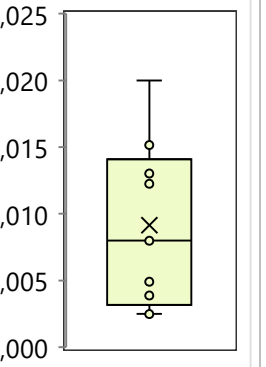
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		9	10	14
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	3	3
Concentrations en antimoine (Sb) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	0,1 - 1,7	0,1 - 0,4	0,1 - 1,3
	Centile 25	0,3	0,2	0,1
	Moyenne	0,8	0,3	0,5
	Médiane	0,3	0,2	0,2
	Centile 75	0,9	0,4	0,3
	Distribution statistique			

Influence/typologie		Témoïn rural	Témoïn urbain
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		10	9
Années couvertes		2020 - 2023	
Nombre de départements couverts		2	3
Concentrations en antimoine (Sb) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	0,1 - 0,3	0,1 - 0,5
	Centile 25	0,1	0,2
	Moyenne	0,2	0,3
	Médiane	0,1	0,2
	Centile 75	0,2	0,3
	Distribution statistique		

Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		8	9	14
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	3	3
Concentrations en plomb (Pb) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	2,4 - 10,0	2,8 - 7,3	1,0 - 4,4
	Centile 25	3,1	3,5	1,7
	Moyenne	5,5	5,2	2,7
	Médiane	3,7	4,6	2,3
	Centile 75	8,5	4,9	3,7
	Distribution statistique			

Influence/typologie		Témoïn rural	Témoïn urbain
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		10	9
Années couvertes		2020 - 2023	
Nombre de départements couverts		2	3
Concentrations en plomb (Pb) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	0,7 - 6,1	2,2 - 5,7
	Centile 25	1,0	3,0
	Moyenne	2,6	3,6
	Médiane	2,3	3,2
	Centile 75	3,0	3,5
	Distribution statistique		

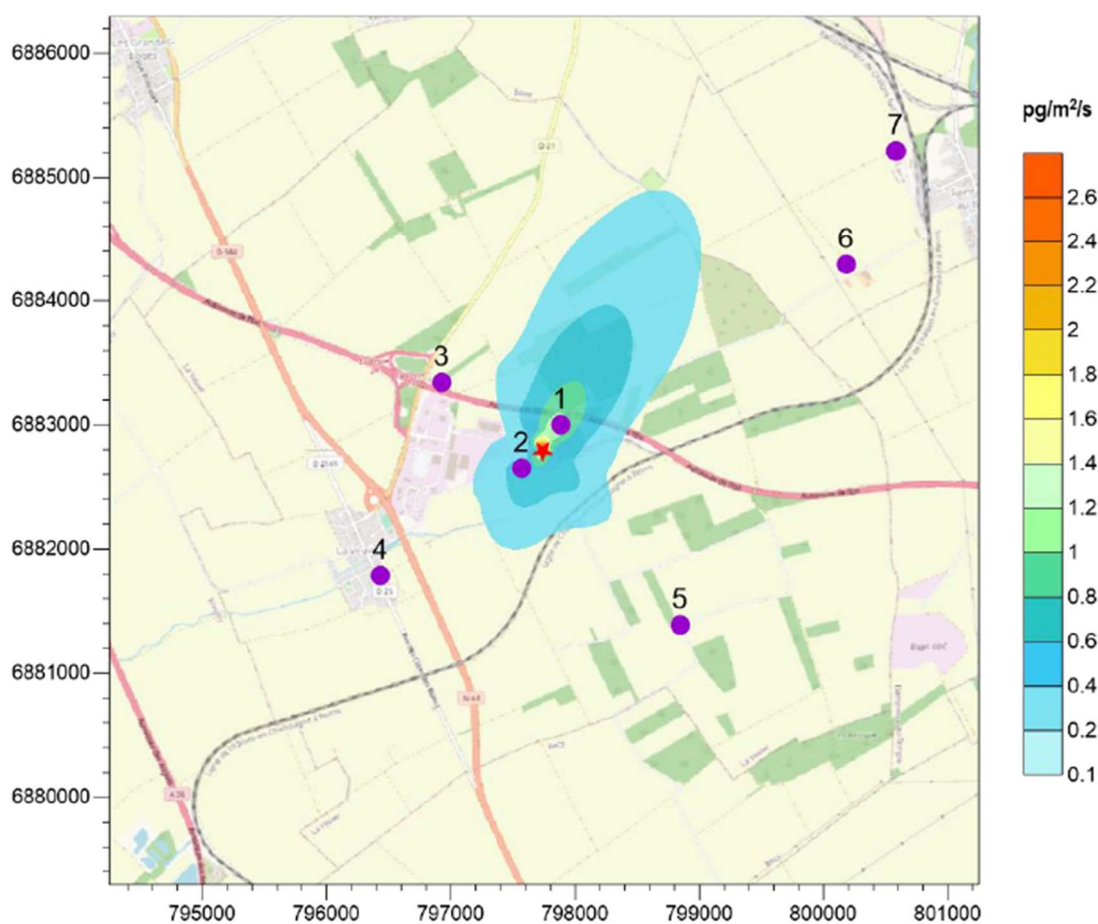
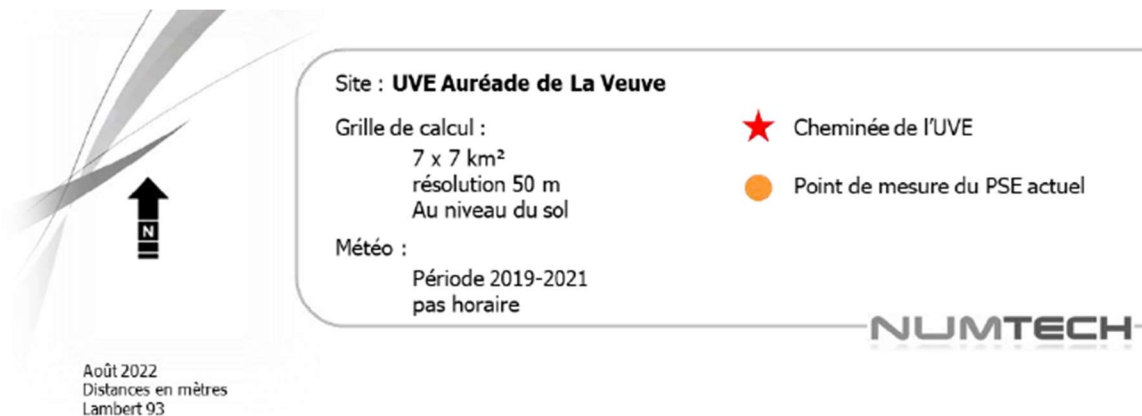
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		4	7	9
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	3	3
Concentrations en mercure (Hg) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	0,00 - 0,02	0,00 - 0,02	0,00 - 0,02
	Centile 25	0,00	0,01	0,01
	Moyenne	0,01	0,01	0,01
	Médiane	0,01	0,01	0,01
	Centile 75	0,01	0,01	0,01
	Distribution statistique			

Influence/typologie		Témoïn rural	Témoïn urbain
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		10	9
Années couvertes		2020 - 2023	
Nombre de départements couverts		2	3
Concentrations en mercure (Hg) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (centile 10 - centile 90)	0,00 - 0,01	0,00 - 0,02
	Centile 25	0,01	0,00
	Moyenne	0,01	0,01
	Médiane	0,01	0,01
	Centile 75	0,01	0,01
	Distribution statistique		

Annexe 3 : Méthodes de prélèvement et d'analyse

Matrice	Polluants	Méthode analytique	Normes de prélèvement et d'analyse		Laboratoire d'analyse
Retombées atmosphériques totales	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, Cd, Sb, Tl, 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	

Annexe 4 : Modélisation des émissions d'AUREADE (2022)



Modélisation des retombées issues des émissions de l'UVE (carte des retombées annuelles) en dioxines et furannes mis en parallèle avec les 7 premiers sites de mesures

Annexe 5 : Fiches de prélèvement

N° projet	900997	Partenaire	VEOLIA AUREADE
Intitulé de l'étude	Suivi des dioxines, métaux lourds et poussières dans les retombées à proximité de AUREADE		
Zone d'étude	La Veuve et environs, Marne (51)		
Désignation site	1 - Devant AUREADE-D280		
Coordonnées emplacement	Lat. : 49,03949 Long. : 4,33904		
Environnement du site de prélèvement			
Photographie		Description	
		Situé à 90 m de l'A4 En face de l'installation Matériaux Enrobés de Champagne (MEC)	
Opérateur(s)		Lucas VAUZELLE/Yannick LENGLET/Estelle PREVOST	
Matrice prélevée		Retombées atmosphériques totales	
Matériel		Jauge Owen (1 verre + 1 plastique)	
Polluants analysés en laboratoire		Dioxines/furannes, métaux lourds et poussières	
Date de début de prélèvement		09/08/2024	
Date de fin de prélèvement		06/09/2024	
Nombre de jours d'exposition		28	
Blanc de terrain		Pas sur ce site	
Observations			
/			

N° projet	900997	Partenaire	VEOLIA AUREADE
Intitulé de l'étude	Suivi des dioxines, métaux lourds et poussières dans les retombées à proximité de AUREADE		
Zone d'étude	La Veuve et environs, Marne (51)		
Désignation site	2 - Chemin derrière AUREADE		
Coordonnées emplacement	Lat. : 49,03631 Long. : 4,33323		
Environnement du site de prélèvement			
Photographie		Description	
		A côté de champs En face de l'usine AUREADE	
Opérateur(s)		Lucas VAUZELLE/Yannick LENGLET/Estelle PREVOST	
Matrice prélevée		Retombées atmosphériques totales	
Matériel		Jauge Owen (1 verre + 1 plastique)	
Polluants analysés en laboratoire		Dioxines/furannes, métaux lourds et poussières	
Date de début de prélèvement		09/08/2024	
Date de fin de prélèvement		06/09/2024	
Nombre de jours d'exposition		28	
Blanc de terrain		Oui	
Observations			
/			

N° projet	900997	Partenaire	VEOLIA AUREADE
Intitulé de l'étude	Suivi des dioxines, métaux lourds et poussières dans les retombées à proximité de AUREADE		
Zone d'étude	La Veuve et environs, Marne (51)		
Désignation site	3 - Autoroute		
Coordonnées emplacement	Lat. : 49,04229 Long. : 4,32567		
Environnement du site de prélèvement			
Photographie		Description	
		Situé à côté de champs A 20 m de l'A4	
Opérateur(s)		Lucas VAUZELLE/Yannick LENGLET/Estelle PREVOST	
Matrice prélevée		Retombées atmosphériques totales	
Matériel		Jauge Owen (1 verre + 1 plastique)	
Polluants analysés en laboratoire		Dioxines/furannes, métaux lourds et poussières	
Date de début de prélèvement		09/08/2024	
Date de fin de prélèvement		06/09/2024	
Nombre de jours d'exposition		28	
Blanc de terrain		Pas sur ce site	
Observations			
/			

N° projet	900997	Partenaire	VEOLIA AUREADE
Intitulé de l'étude	Suivi des dioxines, métaux lourds et poussières dans les retombées à proximité de AUREADE		
Zone d'étude	La Veuve et environs, Marne (51)		
Désignation site	4 - La Veuve		
Coordonnées emplacement	Lat. : 49,02798 Long. : 4,31540		
Environnement du site de prélèvement			
Photographie		Description	
		Dans le village de La Veuve, à côté du cimetière	
Opérateur(s)		Lucas VAUZELLE/Yannick LENGLET/Estelle PREVOST	
Matrice prélevée		Retombées atmosphériques totales	
Matériel		Jauge Owen (1 verre + 1 plastique)	
Polluants analysés en laboratoire		Dioxines/furannes, métaux lourds et poussières	
Date de début de prélèvement		09/08/2024	
Date de fin de prélèvement		06/09/2024	
Nombre de jours d'exposition		28	
Blanc de terrain		Pas sur ce site	
Observations			
/			

N° projet	900997	Partenaire	VEOLIA AUREADE
Intitulé de l'étude	Suivi des dioxines, métaux lourds et poussières dans les retombées à proximité de AUREADE		
Zone d'étude	La Veuve et environs, Marne (51)		
Désignation site	5 - Témoin		
Coordonnées emplacement	Lat. : 49,02474 Long. : 4,35163		
Environnement du site de prélèvement			
Photographie		Description	
		Situé au milieu de champs	
Opérateur(s)		Lucas VAUZELLE/Yannick LENGLET/Estelle PREVOST	
Matrice prélevée		Retombées atmosphériques totales	
Matériel		Jauge Owen (1 verre + 1 plastique)	
Polluants analysés en laboratoire		Dioxines/furannes, métaux lourds et poussières	
Date de début de prélèvement		09/08/2024	
Date de fin de prélèvement		06/09/2024	
Nombre de jours d'exposition		28	
Blanc de terrain		Pas sur ce site	
Observations			
/			

N° projet	900997	Partenaire	VEOLIA AUREADE
Intitulé de l'étude	Suivi des dioxines, métaux lourds et poussières dans les retombées à proximité de AUREADE		
Zone d'étude	La Veuve et environs, Marne (51)		
Désignation site	6 - Champs		
Coordonnées emplacement	Lat. : 49,04892 Long. : 4,36791		
Environnement du site de prélèvement			
Photographie		Description	
		Situé à côté de champs, près d'arbustes	
Opérateur(s)		Lucas VAUZELLE/Yannick LENGLET/Estelle PREVOST	
Matrice prélevée		Retombées atmosphériques totales	
Matériel		Jauge Owen (1 verre + 1 plastique)	
Polluants analysés en laboratoire		Dioxines/furannes, métaux lourds et poussières	
Date de début de prélèvement		09/08/2024	
Date de fin de prélèvement		06/09/2024	
Nombre de jours d'exposition		28	
Blanc de terrain		Pas sur ce site	
Observations			
/			

N° projet	900997	Partenaire	VEOLIA AUREADE
Intitulé de l'étude	Suivi des dioxines, métaux lourds et poussières dans les retombées à proximité de AUREADE		
Zone d'étude	La Veuve et environs, Marne (51)		
Désignation site	7 - SNCF		
Coordonnées emplacement	Lat. : 49,05905 Long. : 4,37783		
Environnement du site de prélèvement			
Photographie		Description	
		Situé à côté de champs, près d'arbustes et d'une voie ferrée	
Opérateur(s)		Lucas VAUZELLE/Yannick LENGLET/Estelle PREVOST	
Matrice prélevée		Retombées atmosphériques totales	
Matériel		Jauge Owen (1 verre + 1 plastique)	
Polluants analysés en laboratoire		Dioxines/furannes, métaux lourds et poussières	
Date de début de prélèvement		09/08/2024	
Date de fin de prélèvement		06/09/2024	
Nombre de jours d'exposition		28	
Blanc de terrain		Pas sur ce site	
Observations			
/			

N° projet	900997	Partenaire	VEOLIA AUREADE
Intitulé de l'étude	Suivi des dioxines, métaux lourds et poussières dans les retombées à proximité de AUREADE		
Zone d'étude	La Veuve et environs, Marne (51)		
Désignation site	8 - Cabane		
Coordonnées emplacement	Lat. : 49,04791 Long. : 4,34855		
Environnement du site de prélèvement			
Photographie		Description	
		Situé à côté de champs	
Opérateur(s)		Lucas VAUZELLE/Yannick LENGLET/Estelle PREVOST	
Matrice prélevée		Retombées atmosphériques totales	
Matériel		Jauge Owen (1 verre + 1 plastique)	
Polluants analysés en laboratoire		Dioxines/furannes, métaux lourds et poussières	
Date de début de prélèvement		09/08/2024	
Date de fin de prélèvement		06/09/2024	
Nombre de jours d'exposition		28	
Blanc de terrain		Pas sur ce site	
Observations			
/			

N° projet	900997	Partenaire	VEOLIA AUREADE
Intitulé de l'étude	Suivi des dioxines, métaux lourds et poussières dans les retombées à proximité de AUREADE		
Zone d'étude	La Veuve et environs, Marne (51)		
Désignation site	9 - Dépôt		
Coordonnées emplacement	Lat. : 49,05604 Long. : 4,34936		
Environnement du site de prélèvement			
Photographie		Description	
		Situé à côté de champs	
Opérateur(s)		Lucas VAUZELLE/Yannick LENGLET/Estelle PREVOST	
Matrice prélevée		Retombées atmosphériques totales	
Matériel		Jauge Owen (1 verre + 1 plastique)	
Polluants analysés en laboratoire		Dioxines/furannes, métaux lourds et poussières	
Date de début de prélèvement		09/08/2024	
Date de fin de prélèvement		06/09/2024	
Nombre de jours d'exposition		28	
Blanc de terrain		Pas sur ce site	
Observations			
/			

Annexe 6 : Concentrations en congénères de dioxines et furannes

En bleu : résultats inférieurs à la limite de quantification (format < LQ)

Congénères de dioxines/furannes dans les retombées (unité : pg/échantillon)																	
Sites de prélèvements	2,3,7,8 TCDD	1,2,3,7,8 PeCD D	1,2,3,4,7,8 HxCd D	1,2,3,6,7,8 HxCd D	1,2,3,7,8,9 HxCd D	1,2,3,4,6,7,8 HpCD D	OCD D	2,3,7,8 TCDF	1,2,3,7,8 PeCD F	2,3,4,7,8 PeCD F	1,2,3,4,7,8 HxCd F	1,2,3,6,7,8 HxCd F	2,3,4,6,7,8 HxCd F	1,2,3,7,8,9 HxCd F	1,2,3,4,6,7,8 HpCD F	1,2,3,4,7,8,9 HpCD F	OCDF
Site 1	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	8,165	19,076	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	2,972	0,5	2,33
Site 2	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	5,137	9,447	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,879	0,5	1,281
Site 3	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	3,486	12,298	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	1,099
Site 4	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	2,627	4,485	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,276	0,5	0,5
Site 5	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	4,59	25,232	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,64	0,5	4,354
Site 6	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	6,785	15,563	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,316	0,5	0,5
Site 7	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	1,839	4,696	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	1,206
Site 8	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	1,734	4,895	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5
Site 9	0,125	0,25	0,25	0,65	0,25	7,229	12,016	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	1,159
Blanc de terrain	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	1,156	0,125	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5



AIR • CLIMAT • ÉNERGIE • SANTÉ

.....

NOTRE SIÈGE

5 rue de Madrid
67300 Schiltigheim
03 69 24 73 73
contact@atmo-grandest.eu

NOS AGENCES

à Metz
20 rue Pierre-Simon de Laplace
57070 Metz

à Nancy
20 allée de Longchamp
54600 Villers-lès-Nancy

à Reims
9 rue Marie-Marvingt
51100 Reims