

2025



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

Campagne du 6 mars au 3 avril 2025



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 : Agnès BERTRAND, Chargée d'Etudes Unité Surveillance et études réglementaires

Approbation : Bérénice JENNESON, Responsable Unité Surveillance et études réglementaires

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

Référence du projet : 901044

Référence du rapport : 901044_AUREADE_ Rapport_1_04072025

Date de publication : 04/07/2025

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

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	14
a. Dioxines et furannes.....	14
b. Métaux lourds	18
c. Pousières	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	49

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 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 2025, **effectuée à proximité de l'UVE du 6 mars au 3 avril**, 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.

Le prélèvement des retombées atmosphériques totales est réalisé au moyen de collecteurs de précipitations (en suivant une méthode de prélèvement 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 l'ensemble des paramètres mesurés.

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 »). Depuis 2023, 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 d'AUREADE consiste en deux campagnes de mesure pour cette année 2025. Pour cette première campagne de l'année, les prélèvements ont eu lieu du 6 mars au 3 avril.

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 5 (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.

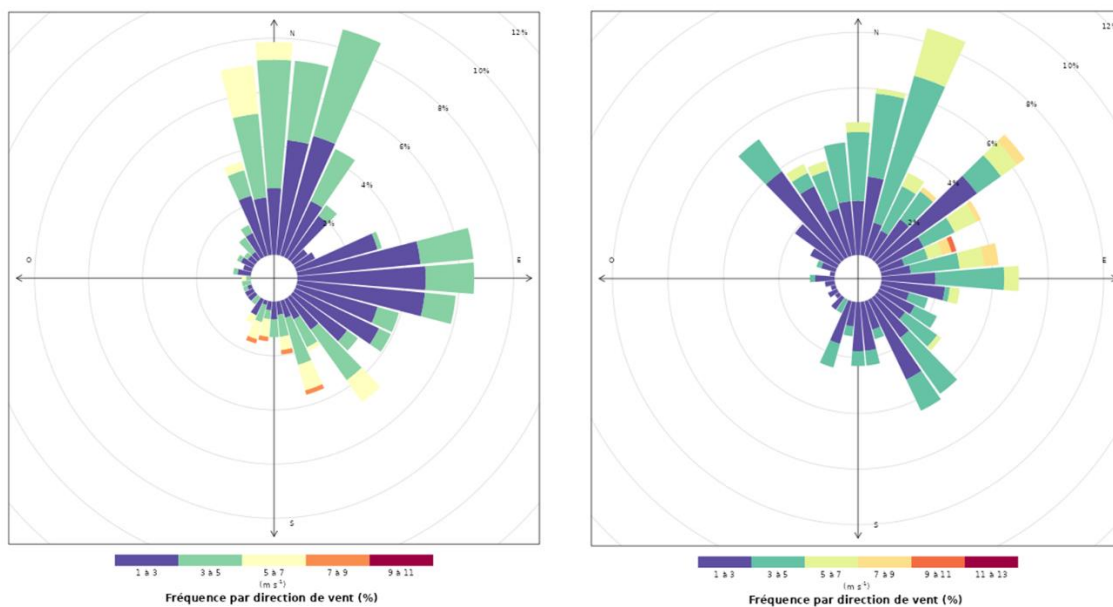


Figure 6 : Rose des vents mesurés avec le mât météorologique provisoire au sein du site d'AUREADE (gauche) et à la station Météo France de Mourmelon-Grand (droite) au cours des mesures des retombées

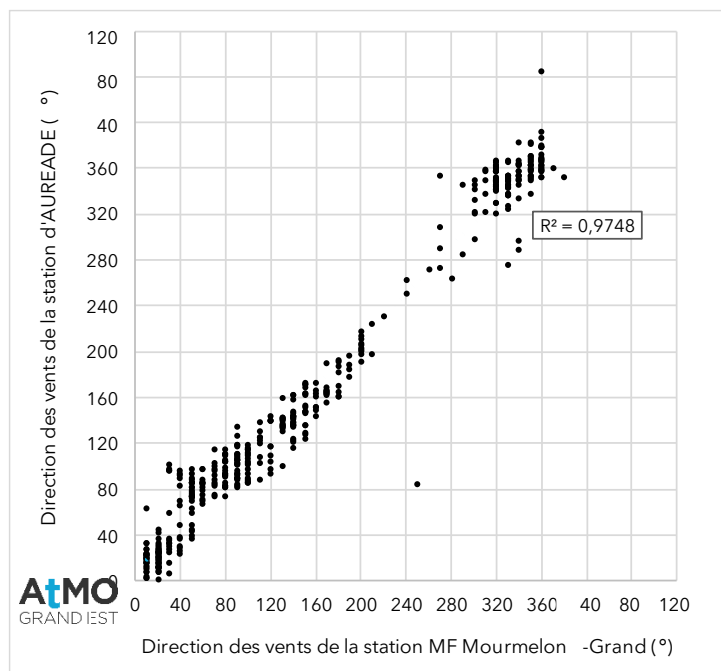


Figure 7 : Corrélation entre les directions de vents de la station Météo France de Mourmelon-Grand et la station d'AUREADE pour les vents supérieurs à 1,5 m/s sur la période de mesures des retombées

Site	Occurrences des vents > 1,5 m/s (%)		Différence d'occurrence de vent (%)
	AUREADE	MF Mourmelon-Grand	
1-30	18,0	12,6	5,3
31-60	3,3	9,1	5,7
61-90	10,3	9,1	1,3
91-120	11,6	5,3	6,3
121-150	8,8	8,9	0,1
151-180	4,9	3,7	1,1
181-210	2,9	2,3	0,6
211-240	0,7	0,4	0,3
241-270	0,6	1,0	0,4
271-300	1,3	1,7	0,4
301-330	1,4	8,3	6,9
331-360	12,9	9,1	3,9

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

Légende de couleur : plus la case du tableau est verte, plus la direction de vent est majoritaire, plus elle est rouge, plus la direction de vent est minoritaire.

Vitesse des vents :

Les vitesses des vents enregistrées sont en moyenne de 2,8 m/s sur la station provisoire d'AUREADE et sur la station Météo France de Mourmelon-Grand, contrairement aux campagnes précédentes où des différences étaient observées entre les deux stations.

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 0,99 ($R^2 = 0,97$). Le secteur de vent majoritaire (nord-ouest/sud-est) est le même sur les deux sites de mesures.

Quelques différences existent dans la fréquence , 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	1	2,4	Impact secondaire
2	0,2	40-70	3	2,5	Impact principal
3	0,9	110-140	8	2,7	Impact secondaire
4	1,6	40-70	3	2,5	Fond
5	1,8	310-340	3	2,9	Fond
6	2,8	220-250	1	2,6	Fond
7	3,8	210-240	1	2,4	Fond
8	1,5	200-230	2	3,9	Fond
9	2,3	190-220	2	4,5	Fond

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

18

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	1	3,0	Impact secondaire
2	0,2	40-70	13	2,8	Impact principal
3	0,9	110-140	8	3,2	Impact secondaire
4	1,6	40-70	13	3,8	Impact secondaire/tertiaire
5	1,8	310-340	11	2,9	Impact tertiaire
6	2,8	220-250	1	2,5	Fond
7	3,8	210-240	1	3,0	Fond
8	1,5	200-230	2	2,9	Fond
9	2,3	190-220	3	2,8	Fond

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

24

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.

Quelles que soit les sources de données utilisées (mât météorologique provisoire ou station Météo France) :

En raison de la relativement forte proportion de vents faibles (18 à 24 % selon les données), favorisant l'accumulation des retombées autour à proximité de leurs sources, et de sa proximité à l'usine (environ 200 m),

le site 2 est probablement le site le plus exposé aux émissions de l'UVE. En se référant aux données du mât provisoire, le site 2 est d'autant plus exposé que des vents sont en sa direction (13 % des vents, contre 3 % selon les données de Météo France).

Ensuite, **le site 1**, second site le plus proche de l'usine, **devrait également être parmi les sites les plus exposés aux émissions** de cette dernière en raison de la forte proportion de vents faibles, malgré le faible taux de vents en sa direction (1 %).

De la même manière, **le site 3 semble également être parmi les sites les plus exposés aux émissions** de l'UVE : même s'il est un peu plus éloigné que les sites 1 et 2 (donc moins exposé à l'usine par vents faibles), il est situé sous les courants de vents relativement fréquents pendant la campagne (8 % des vents).

Les autres sites sont théoriquement moins exposés aux émissions de l'usine, en raison de leur distance à l'usine et/ou à la proportion de vents de l'usine en leur direction.

Néanmoins, l'interprétation peut différer pour les sites 4 et 5 :

En effet, le site 4 est sous les vents de l'usine pendant 13 % de la période de mesures selon le mât provisoire, contre 3 % selon les données de Météo France.

Dans un cas presque identique, le site 5 est sous les vents de l'usine pendant 11 % du temps de mesures selon le mât provisoire, contre 3 % selon les données Météo France.

Ces sites sont ainsi probablement un peu plus exposés aux émissions de l'UVE que les autres sites (6, 7, 8 et 9).

En l'absence de connaissance des données de vents les plus proches de la réalité (les mesures du mât provisoire pouvant être biaisées en raison de son emplacement : grand bâtiment à côté, etc.), **les typologies de site par interprétation des données de la station Météo France sont choisies par défaut.**

Vitesse des vents et qualité de l'air :

La vitesse des vents mesurée sur les deux stations météorologiques (2,8 m/s en moyenne) est ni élevée, ni faible, assurant une dispersion moyenne des polluants de l'air.

c. Précipitations et températures

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

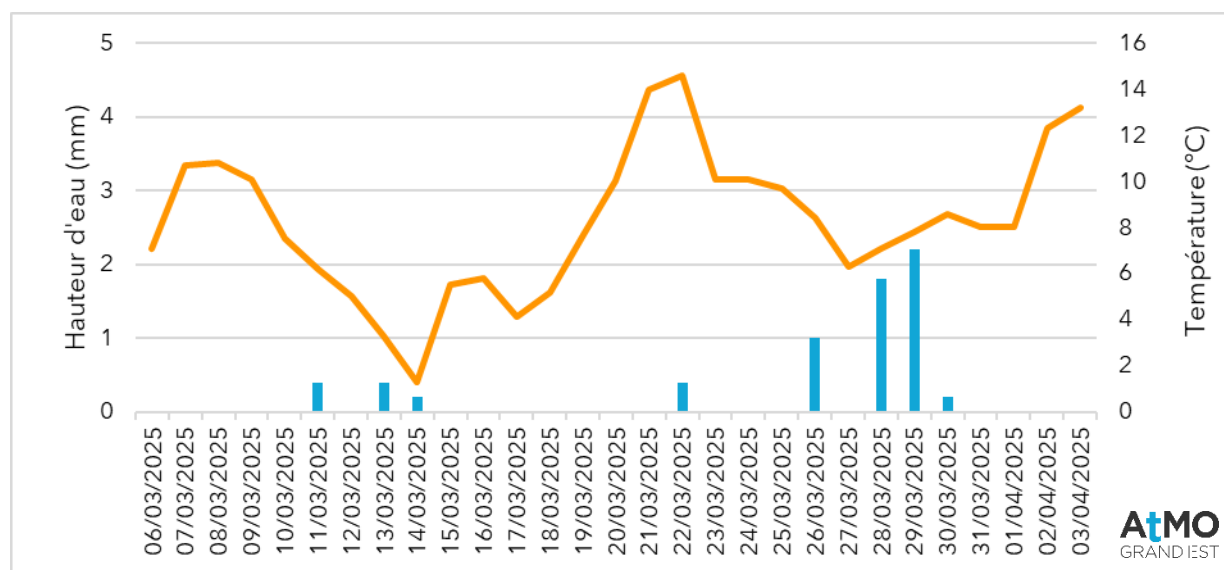


Figure 8 : Cumuls journaliers de précipitations et températures journalières mesurés à Mourmelon-Grand pendant la période de mesures (données mises à disposition par Météo France)

Pour des températures de fin d'hiver comme celle-ci (8 °C en moyenne), l'atmosphère est encore relativement stable : les conditions sont ainsi toujours peu favorables à une bonne dispersion des polluants dans l'air. De plus, les émissions liées au chauffage sont encore présentes, même si elles sont moindres par rapport au milieu de l'hiver.

Les précipitations sont relativement faibles : 7 mm au total sur le mois. Elles sont notamment réparties sur deux périodes de la campagne de mesures ; ces deux périodes sont relativement espacées, elles ont ainsi pu être favorables à l'entraînement des particules de l'air dans les jauges, qui ont eu le temps de s'accumuler lors des périodes sèches.

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 sec.)	2 (Impact principal)	3 (Impact sec.)	4 (Impact sec./tert.)	5 (Impact tertiaire)	6 (Fond)	7 (Fond)	8 (Fond)	9 (Fond)
Total I-TEQ MIN	0,01	0,37	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07
Total I-TEQ MAX	1,05	1,20	1,06	1,07	1,05	1,05	1,05	1,05	1,09
MAX I-TEQ MAX	0,18	0,39	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,25

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

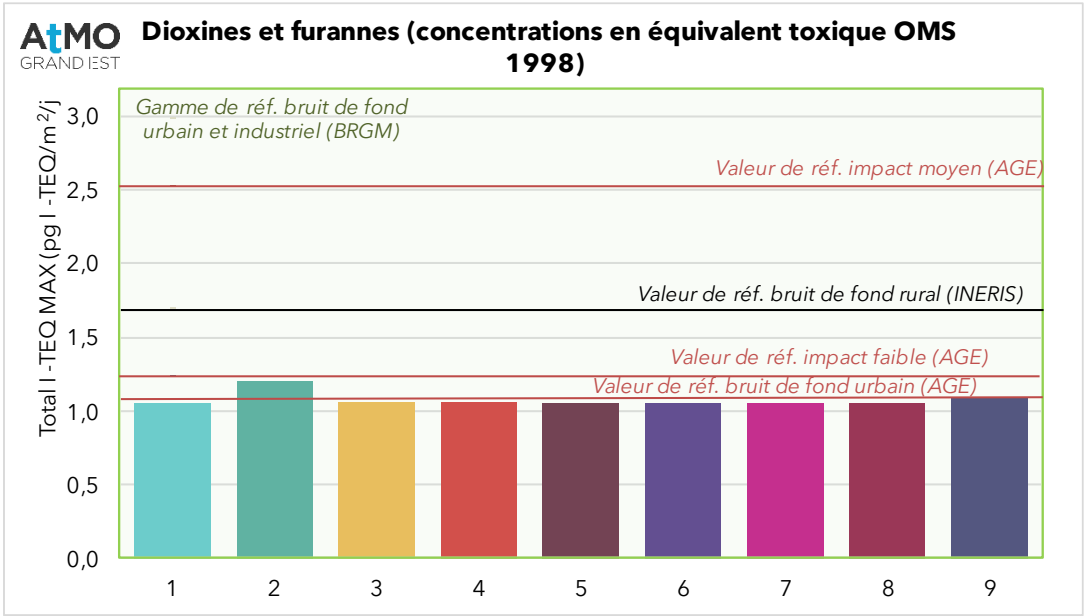


Figure 9 : Concentrations en dioxines et furannes en équivalent toxique (calcul OMS 1998) mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence de l'INERIS/du BRGM et d'ATMO Grand Est

Concentration en dioxines/furannes (pg I-TEQ/m ² /j, OMS 2022)	1 (Impact sec.)	2 (Impact principal)	3 (Impact sec.)	4 (Impact sec./tert.)	5 (Impact tertiaire)	6 (Fond)	7 (Fond)	8 (Fond)	9 (Fond)
Total I-TEQ MIN	0,05	0,56	0,10	0,11	0,05	0,07	0,04	0,03	0,21
Total I-TEQ MAX	0,87	1,32	0,92	0,93	0,87	0,89	0,85	0,84	1,06
MAX I-TEQ MAX	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37

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

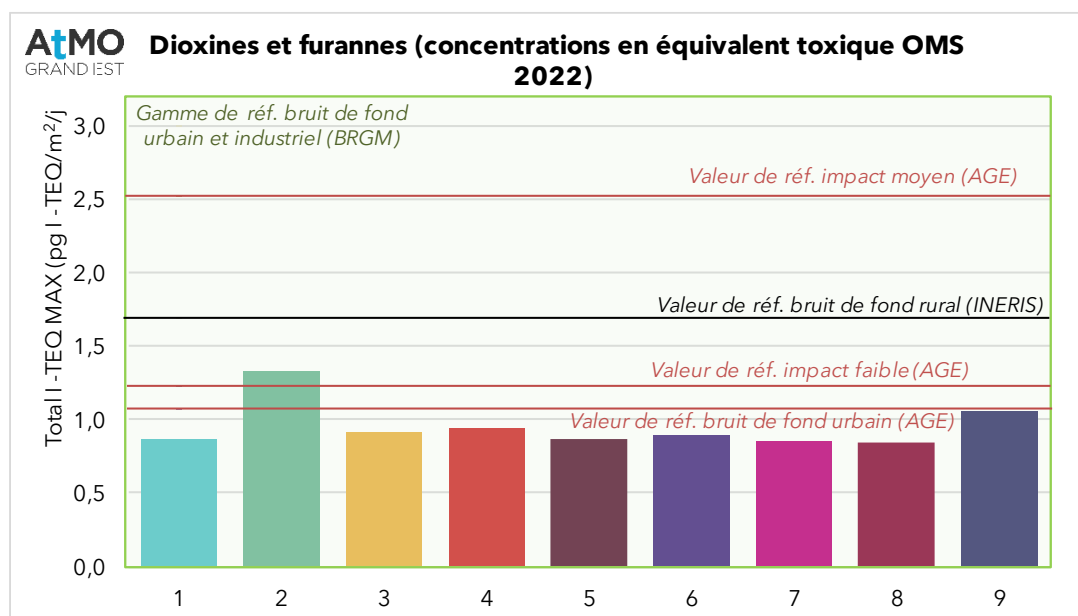


Figure 10 : Concentrations en dioxines et furannes en équivalent toxique (calcul OMS 2022) mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence de l'INERIS/du BRGM et d'ATMO Grand Est

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 enregistrent 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 se situent dans la gamme des sites témoins pour l'ensemble des sites exceptés le site 2, ce dernier se situant 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, à l'exception du site 2 (impact principal) se démarquant en étant supérieur.

Avec la méthode de l'OMS 2022, les concentrations sont encore plus contrastées entre le site 2 (impact principal) et les autres sites. En outre, le site 9 (fond) se démarque également en présentant la plus haute concentration après le site 2.

Cette différence est due aux nouveaux facteurs de toxicité attribués aux congénères dans le calcul de l'OMS 2022 : les concentrations en équivalent toxique MAX du calcul OMS 2022 peuvent être plus basses que celles du calcul OMS 1998 en raison de la baisse de toxicité attribuée à la majorité des molécules mesurées en dessous de la limite de quantification. A l'inverse, les concentrations en équivalent toxique calculées avec la

méthode de l'OMS 2022 peuvent être plus hautes en raison de la hausse de toxicité associée à des congénères plus ou moins fréquemment observés.

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 sec.)	2 (Impact principal)	3 (Impact sec.)	4 (Impact sec./tert.)	5 (Impact tertiaire)	6 (Fond)	7 (Fond)	8 (Fond)	9 (Fond)
	8,7	37,8	11,6	14,3	9,3	15,9	7,4	6,1	16,1

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

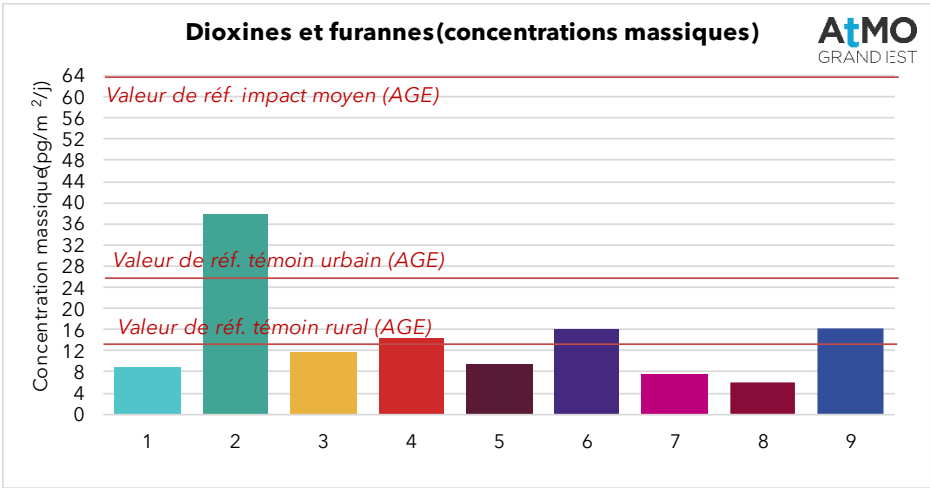


Figure 11 : Concentrations massiques en dioxines et furannes (somme des 17 congénères) mesurées dans les retombées atmosphériques totales comparées aux valeurs de référence d'ATMO Grand Est

Vis-à-vis des données de référence d'ATMO Grand Est, tous les sites, exceptés le site 2, se situent dans les gammes de concentrations des sites témoins ruraux, voire urbains pour les sites 4, 6 et 9. Quant au site 2, il se situe au-dessus des niveaux des concentrations observées sur des sites témoin et rentre dans la gamme des sites d'impact moyen.

Le site 2 (impact principal) détient la plus haute concentration massique de l'ensemble des sites, ainsi possiblement en lien avec les émissions d'AUREADE. Les autres sites présentent des concentrations au moins deux fois inférieures au site 2, et l'ordre des concentrations de ces derniers ne suggère pas d'impact prééminent de l'usine.

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.

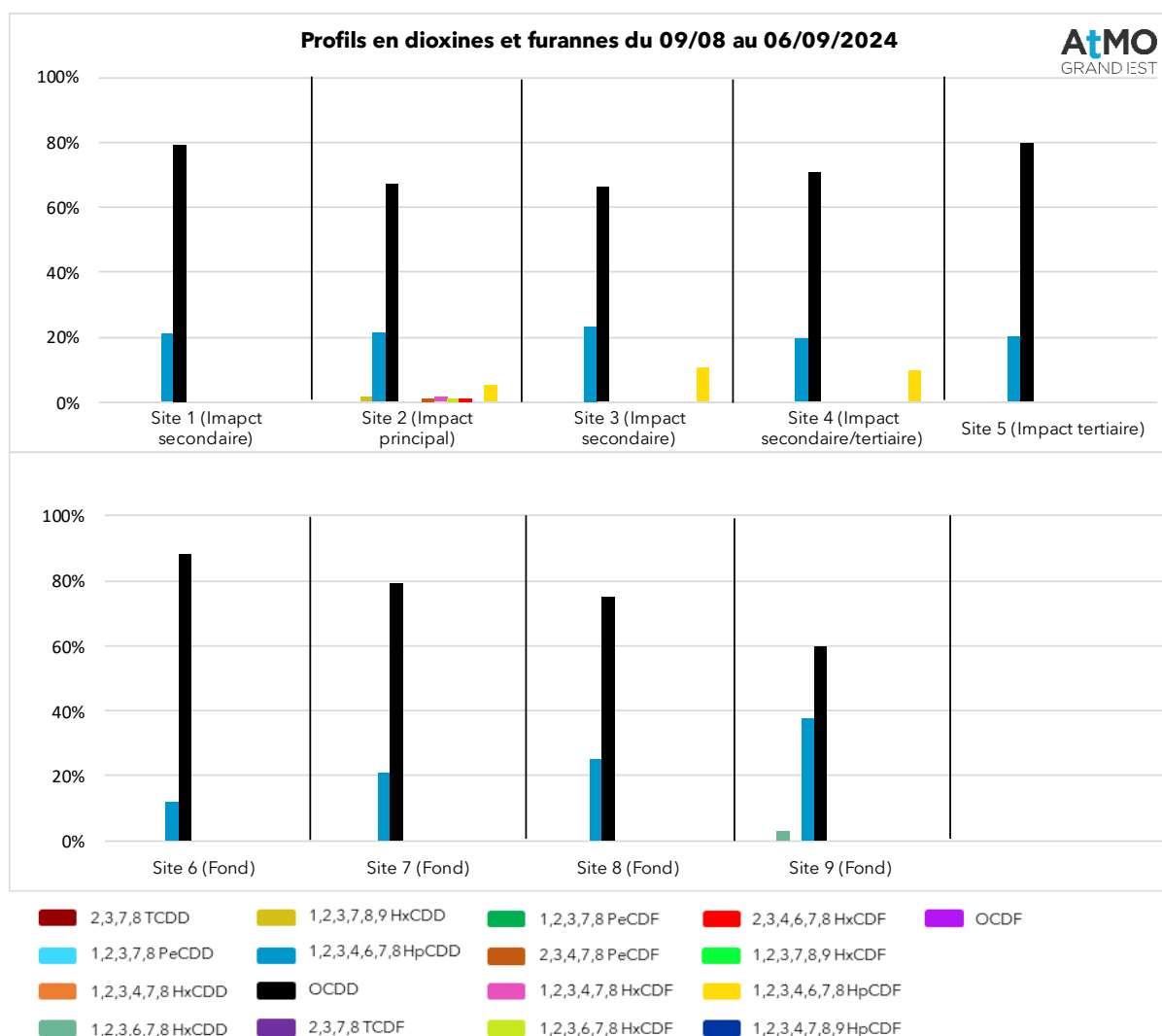
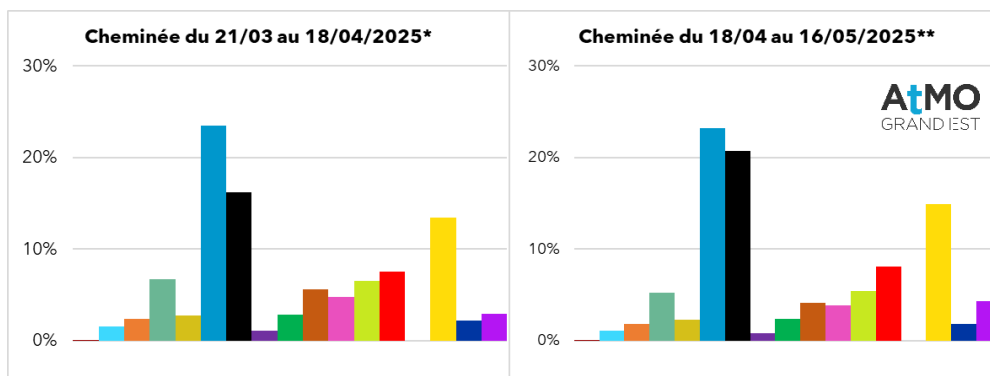


Figure 12 : Teneurs des différents congénères de dioxines/furannes mesurées en sortie de cheminée d'AUREADE et dans les retombées atmosphériques totales à proximité de l'usine (du 06/03 au 03/04/2025)

*Rapport KALI'AIR CKL25-A055-PR04-V01 du 05/06/2025

**Rapport KALI'AIR CKL25-A055-PR05-V01 du 05/05/2025

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. Au vu de la présence d'OCDD et du 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD sur l'ensemble des sites (quelle que soit leur exposition à l'usine), ils sont probablement présents dans le bruit de fond environnemental. Le congénère 1,2,3,6,7,8 HxCDD est également observé sur le site 9 (fond) en faible proportion, comme déjà observé sur la précédente campagnes. Ce congénère spécifique est probablement en provenance d'une source locale, non identifiée.

Le site 2 est celui enregistrant la plus grande variété de congénères au-delà de la limite de quantification.

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.

Dans des proportions différentes, certains de ces congénères sont présents sur les différents sites, notamment les sites 3 (impact secondaire), 4 (impact secondaire/tertiaire) et particulièrement le site 2 (site d'impact principal) n'excluant pas un impact des émissions de l'UVE sur ces sites.

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 sec.)	2 (Impact principal)	3 (Impact sec.)	4 (Impact sec./tert.)	5 (Impact tertiaire)	6 (Fond)	7 (Fond)	8 (Fond)	9 (Fond)
V	0,39	0,28	0,24	0,32	0,23	0,18	0,16	0,17	0,23
Cr	0,76	1,88	0,42	0,79	0,21	0,25	0,21	0,22	0,30
Mn	9,52	17,43	6,59	8,40	4,44	6,04	4,41	4,37	9,94
Co	0,12	0,39	0,10	0,11	0,07	0,07	0,10	0,07	0,10
Ni	0,45	1,15	0,28	0,39	0,13	0,15	0,16	0,12	0,17
Cu	5,93	13,28	2,64	5,06	2,11	1,73	1,80	0,88	1,61
As	0,16	0,23	0,07	0,10	0,04	0,05	0,05	0,05	0,07
Cd	0,06	0,14	0,02	0,11	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
Sb	0,12	0,32	0,10	0,11	0,07	0,07	0,10	0,07	0,10
Pb	1,19	4,43	0,80	2,53	0,34	0,89	2,91	0,34	0,68
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).

En rouge : résultats invalides en raison d'une contamination du blanc de terrain.

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 :

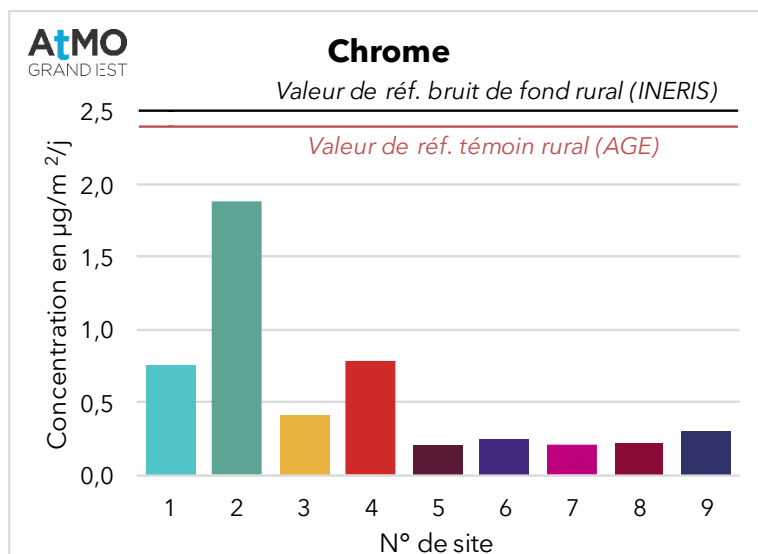


Figure 13 : Concentrations en chrome mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence de l'INERIS et d'ATMO Grand Est

- Les concentrations en chrome mesurées sont toutes inférieures à la valeur de bruit de fond rural de l'INERIS ;
- Au regard des valeurs de la base de données d'ATMO Grand Est, les concentrations restent dans les gammes de sites témoins ruraux ;
- Le site 2 (impact principal) enregistre la plus haute concentration de la campagne de mesures, potentiellement en lien avec les émissions de l'UVE.

Les sites 1 (impact secondaire) et 4 (impact secondaire/tertiaire) se démarquent également des autres sites. L'ordre des concentrations ne suit pas exactement l'ordre d'exposition théorique des sites, mais un impact potentiel de l'UVE ne peut pas être exclu. Néanmoins, les sites ont pu également être impactés par des sources locales : autoroute A4 et/ou autres industries pour le site 1, chauffage du village de La Veuve pour le site 4.

Manganèse :

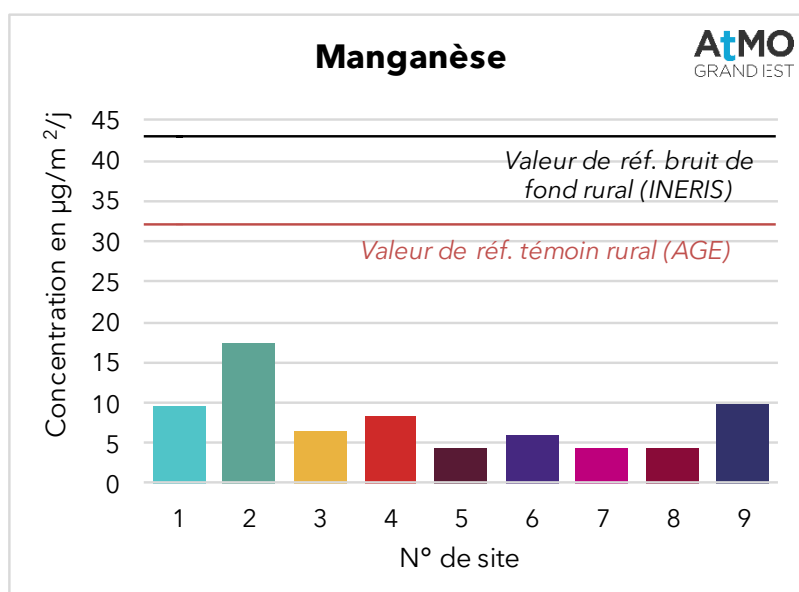


Figure 14 : Concentrations en manganèse mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence de l'INERIS et d'ATMO Grand Est

- Au regard des valeurs de référence de l'INERIS, l'ensemble des sites enregistrent des niveaux situés sous la référence de bruit de fond rural ;
- 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 rural ;
- Le site 2 (impact principal) enregistre la plus haute concentration de la campagne de mesures, potentiellement en lien avec les émissions de l'UVE.

Le site 9 (fond) présente la seconde plus haute concentration, probablement en lien avec une source d'émission locale, potentiellement l'agriculture.

Les sites 1 (impact secondaire) et 4 (impact secondaire/tertiaire) se démarquent également des autres sites. L'ordre des concentrations ne suit pas exactement l'ordre d'exposition théorique des sites, mais un impact potentiel de l'UVE ne peut pas être exclu. Les sites ont pu également être impactés par des sources locales, indiquées précédemment.

Nickel :

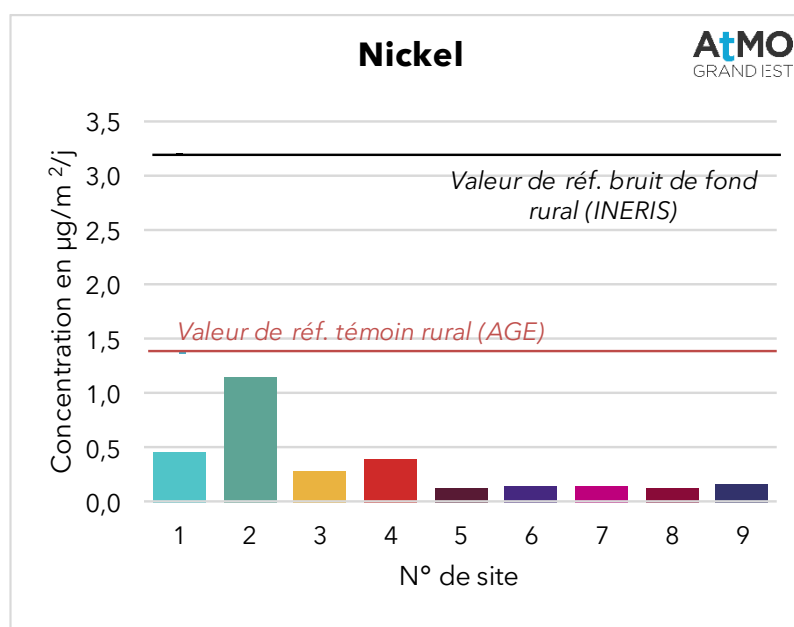


Figure 15 : Concentrations en nickel mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence de l'INERIS et d'ATMO Grand Est

- 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 ruraux ;
- Le site 2 (impact principal) enregistre la plus haute concentration de la campagne de mesures, potentiellement en lien avec les émissions de l'UVE.

Les sites 1 (impact secondaire) et 4 (impact secondaire/tertiaire) se démarquent légèrement des autres sites également. L'ordre des concentrations ne suit pas exactement l'ordre d'exposition théorique des sites, mais un impact potentiel de l'UVE ne peut pas être exclu. Les sites ont pu également être impactés par des sources locales, indiquées précédemment.

Cuivre :

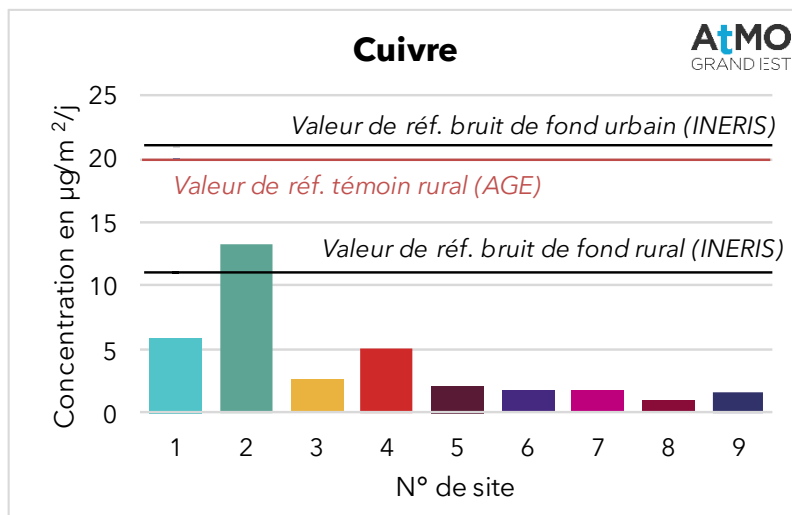


Figure 16 : Concentrations en cuivre mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence de l'INERIS et d'ATMO Grand Est

En raison de l'invalidité des résultats de cuivre (contamination du blanc de terrain), les résultats ne peuvent être interprétés.

Arsenic :

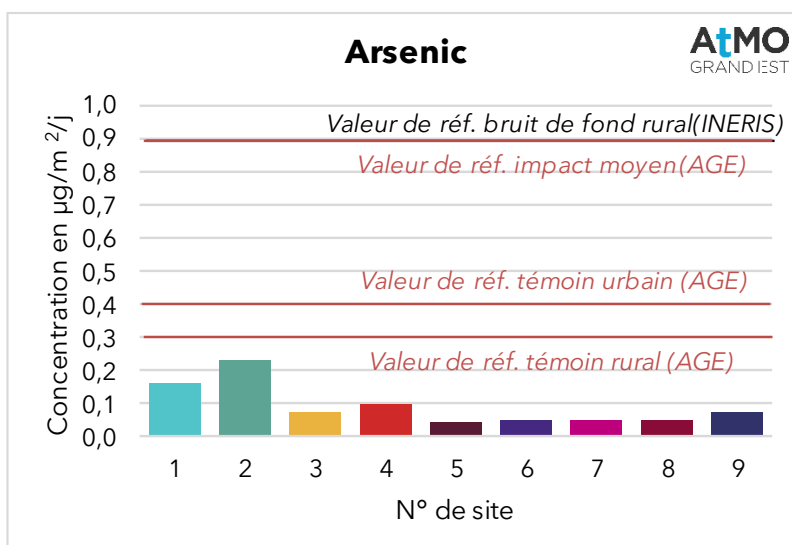


Figure 17 : Concentrations en arsenic mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence de l'INERIS et d'ATMO Grand Est

- 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 ruraux ;
- Le site 2 (impact principal) et le site 1 (impact secondaire) présentent les plus hautes concentrations de la campagne. Ces concentrations sont possiblement en lien avec l'exposition à l'usine, ou également les autres usines de la zone industrielle (les sites 1 et 2 y sont situés).

Cadmium :

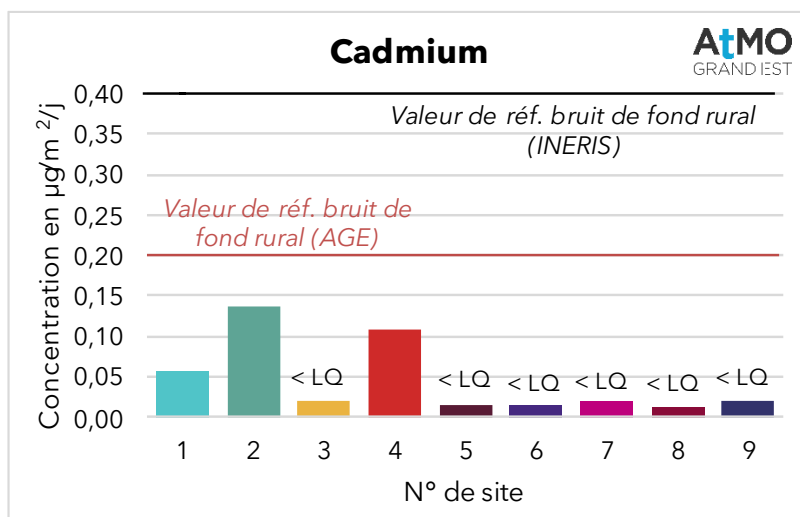


Figure 18 : Concentrations en cadmium mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence de l'INERIS et d'ATMO Grand Est

- 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 ruraux ;
- Le site 2 (impact principal) se démarque en enregistrant la concentration la plus élevée de la campagne de mesures, possiblement en lien avec les émissions de l'usine AUREADE.

Le site 4 (impact secondaire/tertiaire) présente également des concentrations supérieures aux autres sites. Le site a pu être impacté par les émissions de chauffage du village de La Veuve, mais également potentiellement par l'UVE, étant dans les vents de celle-ci.

Plomb :

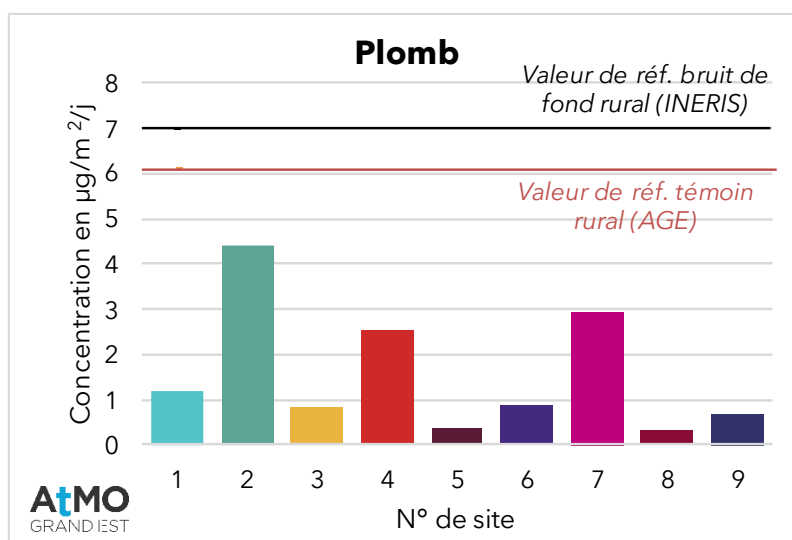


Figure 19 : Concentrations en plomb mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence de l'INERIS et d'ATMO Grand Est

- Les concentrations en plomb sont toutes inférieures à la valeur de bruit de fond rural de l'INERIS ;

- 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 ;
- Le site 2 (impact principal) enregistre la plus haute concentration de la campagne de mesures, potentiellement en lien avec les émissions de l'UVE.

Il est suivi par le site 7 (fond), probablement dû à une source d'émission locale (voie de chemin de fer possiblement).

Le site 4 (impact secondaire/tertiaire) se démarque également pour sa concentration en plomb. Le site a pu être impacté par les émissions de chauffage du village de La Veuve, mais également potentiellement par l'UVE, étant dans les vents de celle-ci.

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

Vanadium :

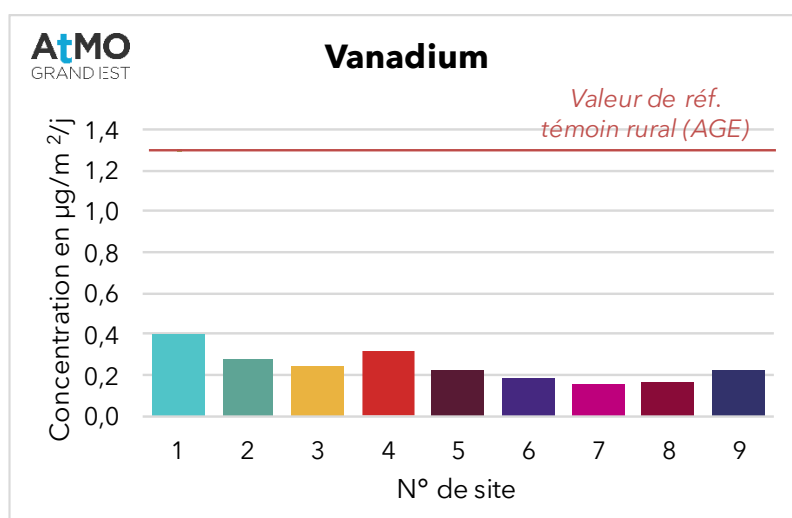


Figure 20 : Concentrations en vanadium mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence d'ATMO Grand Est

- En comparaison avec les valeurs de la base de données d'ATMO Grand Est, les concentrations en vanadium de l'ensemble des sites sont dans les gammes correspondant aux sites témoins ;
- Les sites 1 (impact secondaire) et 4 (impact secondaire/tertiaire) dépassent légèrement les autres concentrations, plutôt en lien avec des sources locales (mentionnée plus haut) au vu de l'exposition des sites à l'usine.

Cobalt :

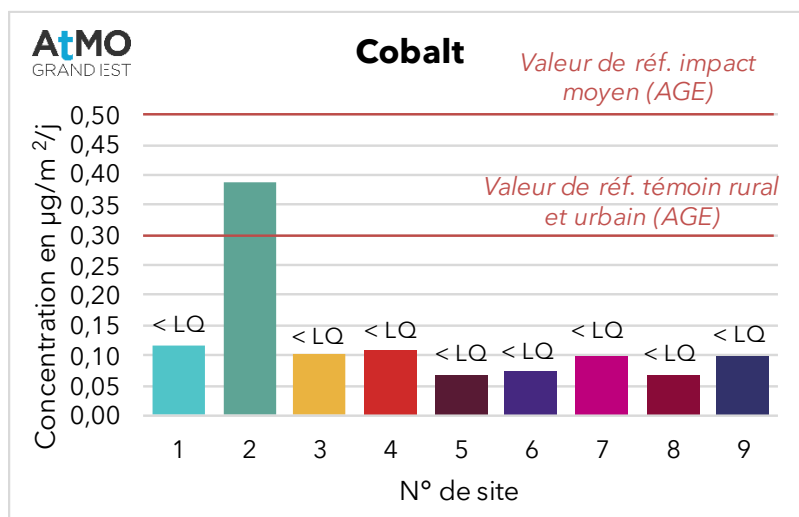


Figure 21 : Concentrations en cobalt mesurées dans les retombées atmosphériques, comparées aux valeurs de référence d'ATMO Grand Est

- Au regard des valeurs de la base de données d'ATMO Grand Est, les concentrations des sites sont typiques de sites témoins, à l'exception du site 2, tendant plus vers une concentration de site impacté par une UVE ;
- Le site 2 (impact principal) est le seul site présentant une concentration au-delà de la limite de quantification. Cette concentration est possiblement en lien avec les activités émettrices de l'UVE.

Antimoine :

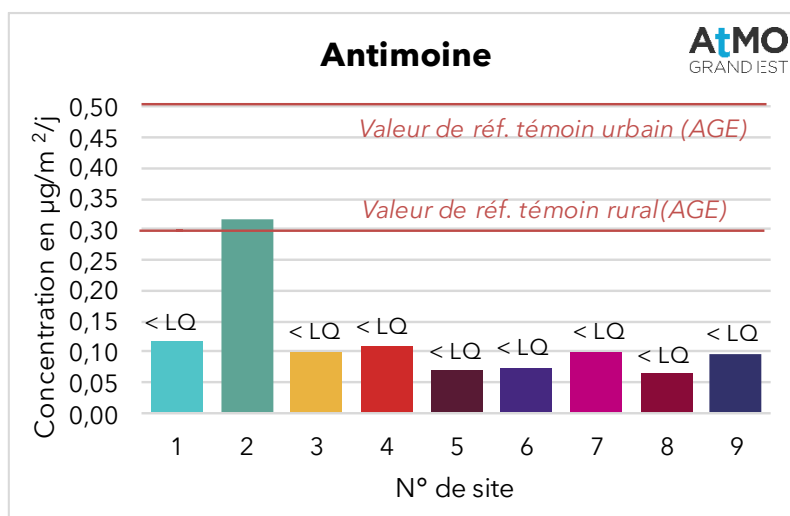


Figure 22 : Concentrations en antimoine mesurées dans les retombées atmosphériques totales, comparées aux valeurs de référence d'ATMO Grand Est

- 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 ruraux, ou témoins urbains pour le site 2 ;
- De la même manière que pour le cobalt, le site 2 (impact principal) est le seul site présentant une concentration au-delà de la limite de quantification, possiblement en lien avec l'UVE.

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

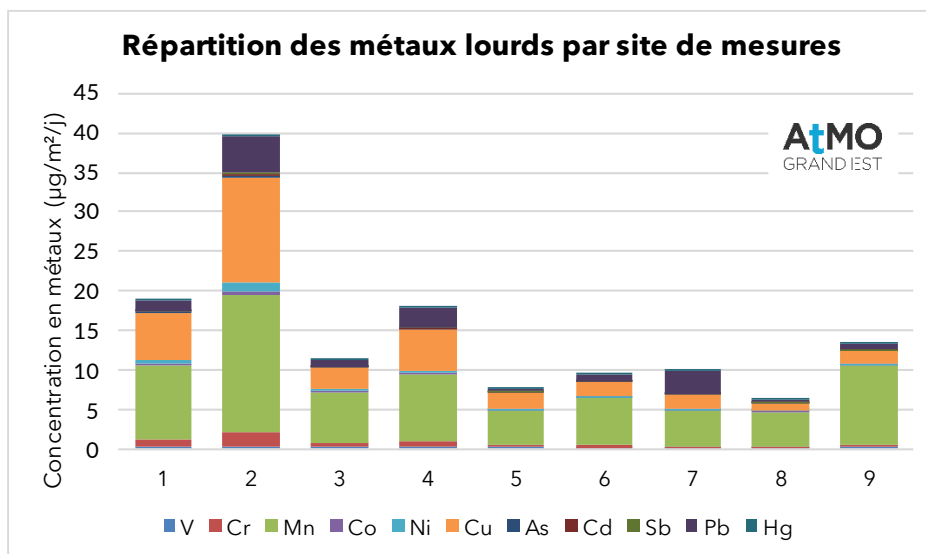


Figure 23 : Répartition des métaux mesurés dans les retombées atmosphériques totales

Le profil global des concentrations en métaux totaux est dominé majoritairement par le manganèse, puis par le cuivre (mais les concentrations peuvent être surestimées en raison de la contamination) et le plomb. Cet ordre de répartition suit celui des concentrations caractéristiques d'un bruit de fond données par l'INERIS.

Le site 2 (impact principal) présente la plus haute concentration de l'ensemble des sites (plus du double que les autres sites), suivi par le site 1 (impact secondaire) et le site 4 (impact secondaire/tertiaire).

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 sec.)	2 (Impact principal)	3 (Impact sec.)	4 (Impact sec./tert.)	5 (Impact tertiaire)	6 (Fond)	7 (Fond)	8 (Fond)	9 (Fond)
	126,69	183,56	75,70	105,62	88,19	124,40	50,44	100,38	108,79

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

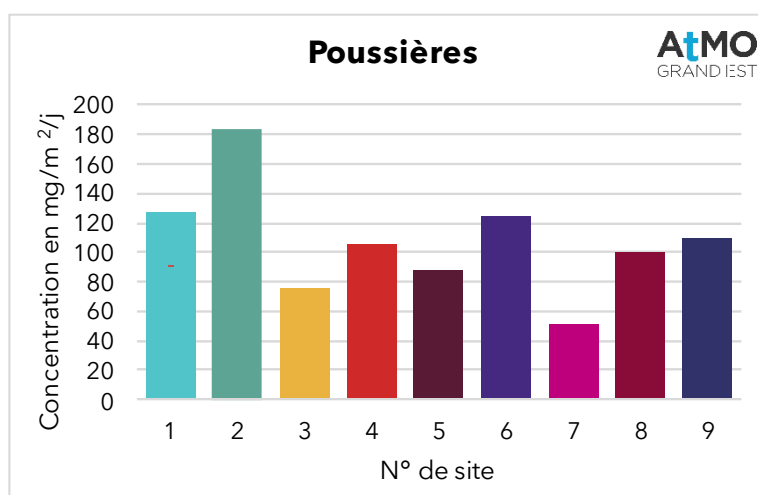


Figure 24 : Concentrations en poussières mesurées dans les retombées atmosphériques totales

Le site 2 (impact principal) présente la plus haute teneur en poussière de la campagne, possiblement en lien avec les activités de l'UVE. L'ordre des concentrations sur les autres sites ne suggère pas d'impact prééminent de l'usine AUREADE sur ces derniers.

CONCLUSION

Ce rapport dresse le bilan de la première campagne de mesures de l'année 2025 réalisée autour de l'usine de l'UVE AUREADE. La campagne de mesures s'est déroulée du 6 mars au 3 avril pour les dioxines, les métaux lourds et les poussières dans les retombées atmosphériques totales.

Les conclusions de cette campagne sont les suivantes :

Dioxines/furannes :

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

Le site 2 (théoriquement le plus exposé à l'usine) détient la plus haute concentration en équivalent toxique et en concentration massique de l'ensemble des sites, potentiellement en lien avec les émissions de l'usine (ou d'autres industries de la zone). L'ordre des concentrations des autres sites ne suggère pas un impact proéminent des émissions de l'usine sur les retombées de ces derniers.

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. 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.

Dans des proportions différentes, certains de congénères observés à l'émission de l'usine (en sortie de cheminée) sont présents sur les différents sites, notamment les sites 3 (impact secondaire), 4 (impact secondaire/tertiaire) et particulièrement le site 2 (site d'impact principal) n'excluant pas un impact des émissions de l'UVE sur ces sites.

Métaux lourds :

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

Les résultats en cuivre ont été invalidés en raison d'une contamination du blanc de terrain.

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, excepté le cobalt sur le site 2.

Pour l'ensemble des métaux mesurés, à l'exception du vanadium, le site 2 (impact principal de l'usine) présente la plus haute concentration des sites de mesures, possiblement en lien avec l'exposition du site aux émissions de l'usine (ou d'autres industries de la zone).

L'ordre des concentrations sur les autres sites ne témoignent pas d'un impact spécifique proéminent des émissions d'AUREADE. Néanmoins, **parmi les autres sites exposés à l'usine, d'une manière moindre que le site 2, certains se démarquent par leur concentrations, n'excluant pas un impact de l'usine :**

- **Le site 1 :** il présente des concentrations se démarquant pour le chrome, le manganèse, le nickel, l'arsenic et le vanadium. Outre l'UVE, cela peut être dû à l'autoroute A4 à proximité ou aux activités de la zone industrielle ;
- **Le site 4 :** il présente également des concentrations se démarquant pour le chrome, le nickel, le cadmium, le plomb et le vanadium. Indépendamment des émissions de l'UVE, le chauffage du village a pu entraîner une partie de ces concentrations.

D'autres sites, non ou très peu exposés à l'usine, ont présenté des teneurs en métaux particulières :

- Le site 7 : il présente une teneur en plomb se démarquant des autres sites, potentiellement en lien avec la voie de chemin de fer à proximité ;
- Le site 9 : la concentration en manganèse du site dépasse celles de la plupart des sites, probablement en raison d'une source locale, potentiellement en lien avec l'agriculture (engrais, etc.)

Le profil global des concentrations en métaux totaux est dominé majoritairement par le manganèse, puis par le cuivre (mais les concentrations peuvent être surestimées en raison de la contamination) et le plomb. Cet ordre de répartition suit celui des concentrations caractéristiques d'un bruit de fond données par l'INERIS.

Poussières :

Le site 2 (impact principal) présente la plus haute teneur en poussière de la campagne, possiblement en lien avec les activités de l'UVE. L'ordre des concentrations sur les autres sites ne suggère pas d'impact prééminent de l'usine AUREADE sur ces derniers.

Perspectives :

La seconde campagne de l'année 2025 viendra compléter ces résultats afin d'établir une moyenne annuelle dans un bilan.

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 = $\sum (C_i \times TEF_i)$**

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

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

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

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

Congénère	I-TEF	Congénère	I-TEF
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

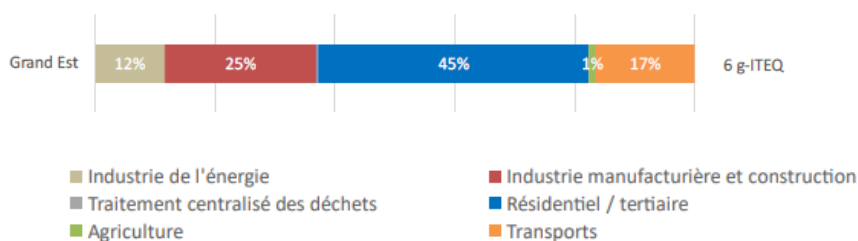
Facteur international d'équivalence toxique (I-TEF) pour les 17 congénères de dioxines/furannes (système OMS 2022)

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

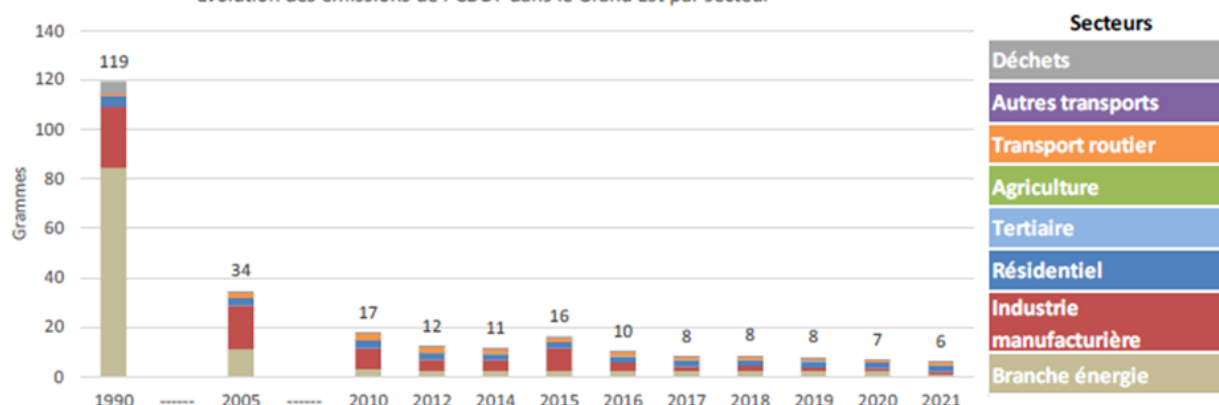
Les émissions de dioxines proviennent de procédés industriels divers faisant intervenir la combustion incomplète de dérivés aromatiques chlorés ou impliquant la synthèse de dérivés chlorés (incinération des déchets, fonderie, métallurgie, sidérurgie, brûlage de câbles, fabrication d'herbicides et de 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 gITEQ 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)

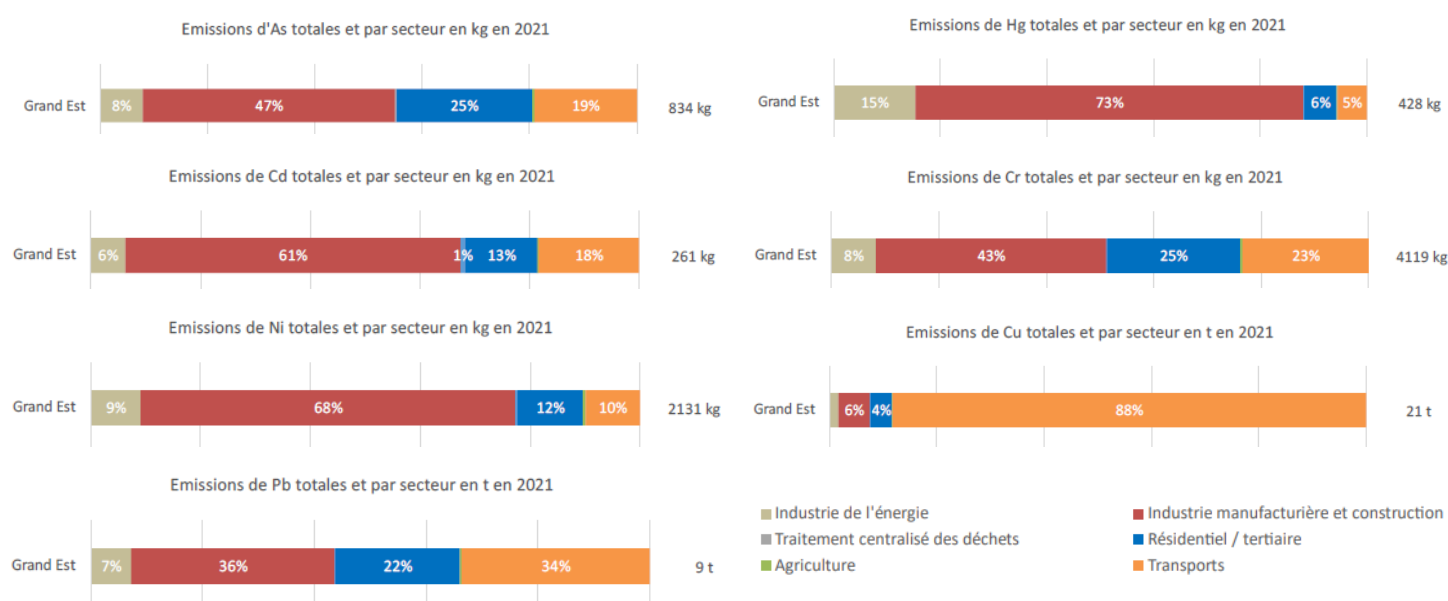
Les métaux lourds sont émis lors de la combustion du charbon et du pétrole. Ils sont également issus de l'incinération des ordures ménagères et de certains procédés industriels. Quatre de ces métaux lourds sont concernés par la réglementation en raison de leur toxicité : le plomb, l'arsenic, le cadmium 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).

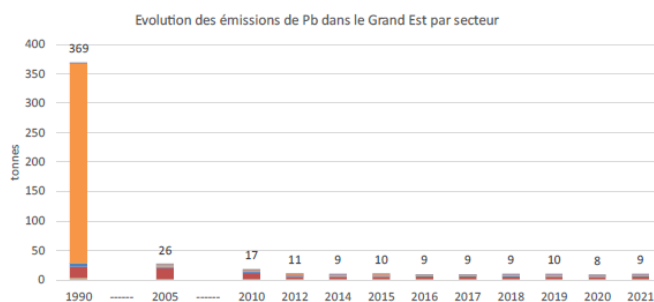
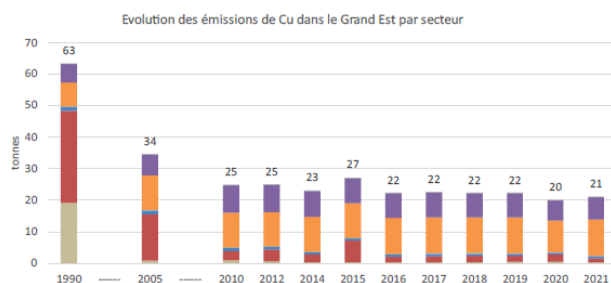
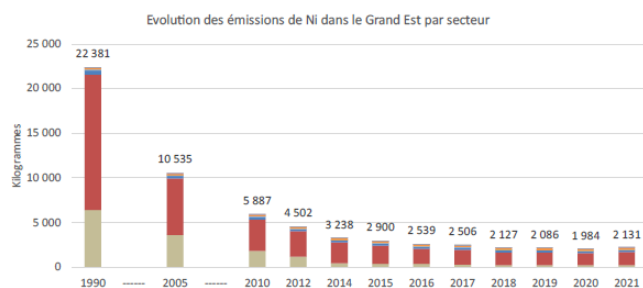
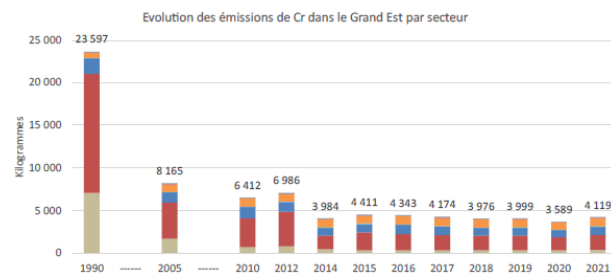
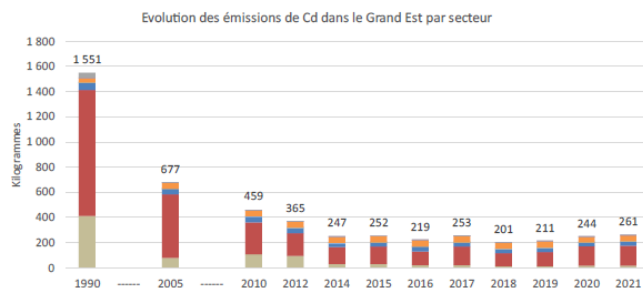
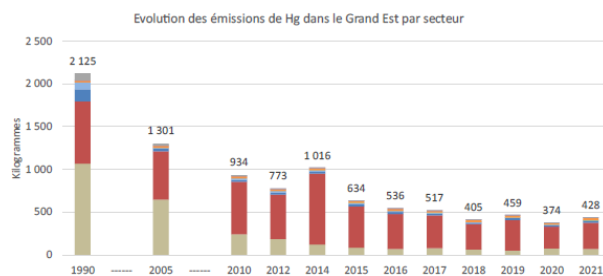
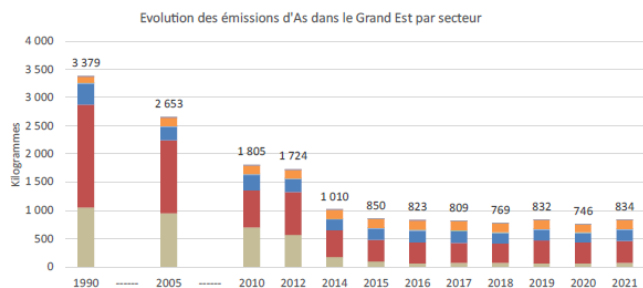
ATMO Grand Est réalise chaque année la description qualitative et quantitative des rejets d'une dizaine de métaux.

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 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 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

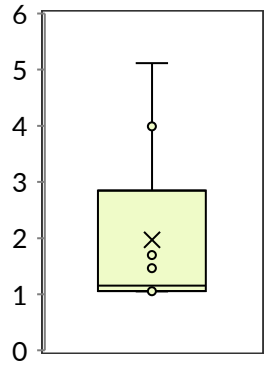
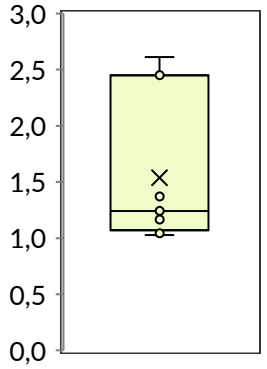
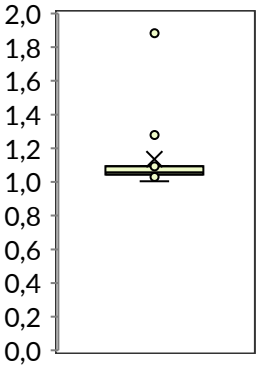
Typologie	Métaux dans les dépôts atmosphériques totaux (µg/m²/j)							
	Cr	Mn	Ni	Cu	As	Cd	Pb	Hg
Bruit de fond rural	2,5	43	3,2	11	0,9	0,4	7	0,1
Bruit de fond urbain	4,6	55	4,0	21	1,3	0,5	20	0,1
Zone impactée entre 500 et 1000 m de l'UIOM	2,1	35	5,0	31	1	0,3	5	0,3
Zone impactée entre 100 et 500 m de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

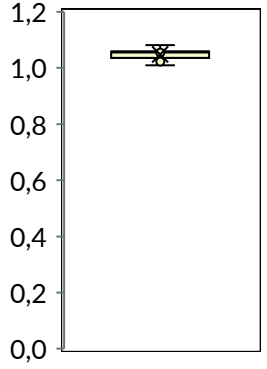
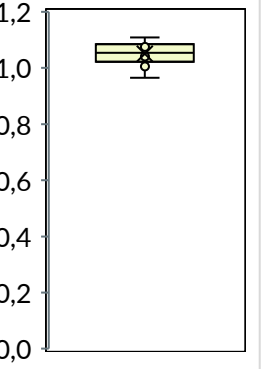
Niveaux de métaux dans les dépôts atmosphériques totaux de référence (étude INERIS en France de 1991 à 2012)

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).

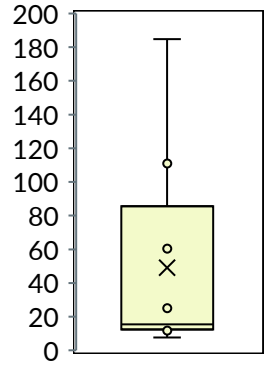
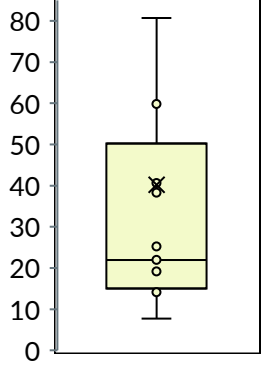
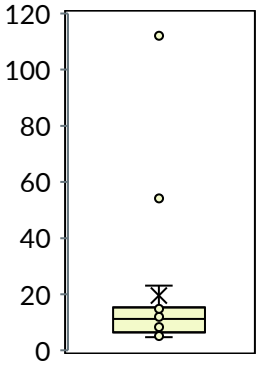
6 Surveillance des dioxines et furannes dans les retombées atmosphériques totales à proximité des incinérateurs par ATMO Grand Est Etat des lieux et statistiques – 2024

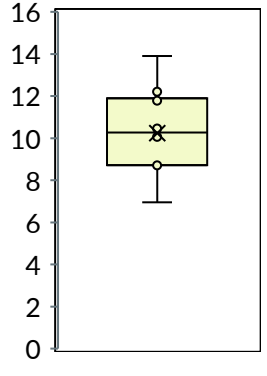
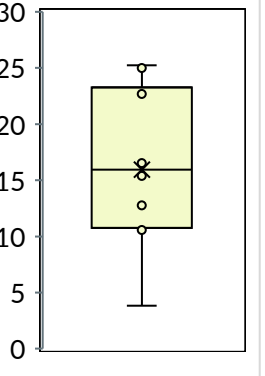
7 Surveillance des métaux lourds dans les retombées atmosphériques totales à proximité des incinérateurs par ATMO Grand Est Etat des lieux et statistiques – 2024

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			

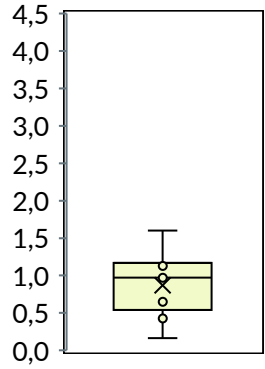
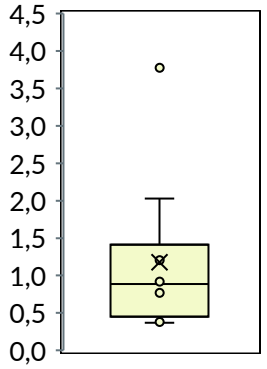
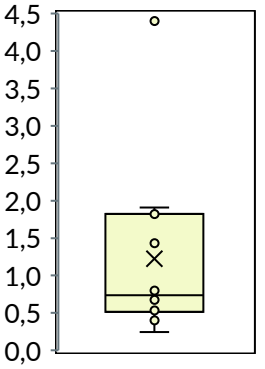
Influence/typologie		Témoïn rural	Témoïn urbain
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		10	10
Années couvertes		2020 - 2023	
Nombre de départements couverts		3	2
Concentrations en dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques totales en total I-TEQ MAX en pg I-TEQ/m ² /j (OMS 1998)	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		

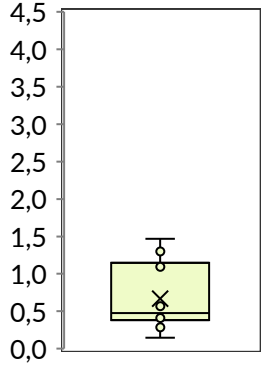
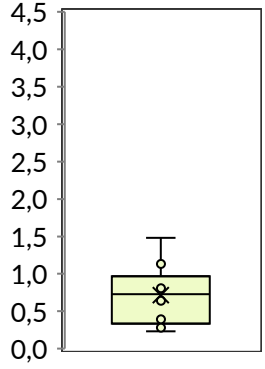
Statistiques et valeurs ubiquitaires de concentrations en dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques totales en total I-TEQ MAX

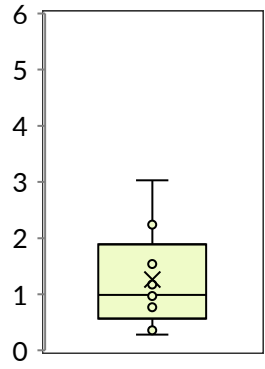
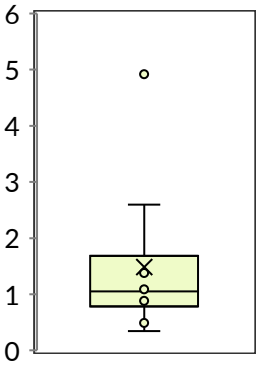
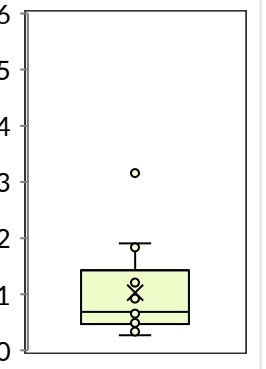
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		9	13	16
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	4	4
Concentrations massiques en dioxines/furannes (17 congénères les plus toxiques) dans les retombées 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			

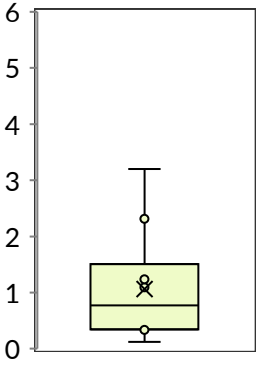
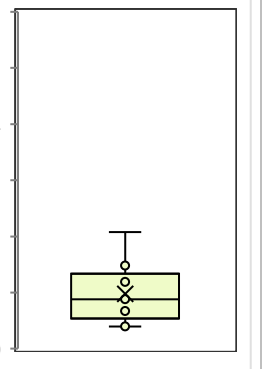
Influence/typologie		Témoïn rural	Témoïn urbain
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		10	10
Années couvertes		2020 - 2023	
Nombre de départements couverts		2	4
Concentrations massiques en dioxines/furannes (17 congénères les plus toxiques) dans les retombées atmosphériques totales en pg/m 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		

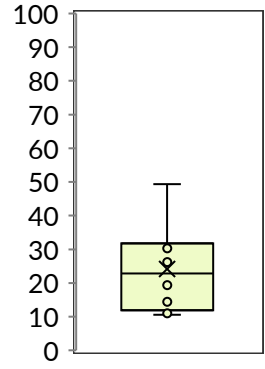
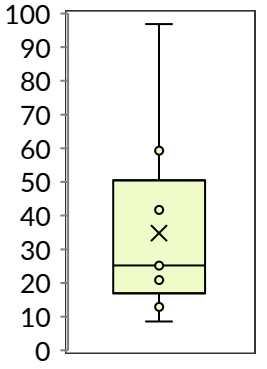
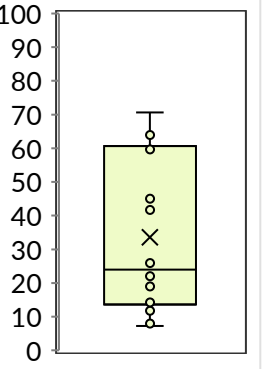
Statistiques et valeurs ubiquitaires de concentrations en dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques totales en concentrations massiques (sommées des 17 congénères mesurés)

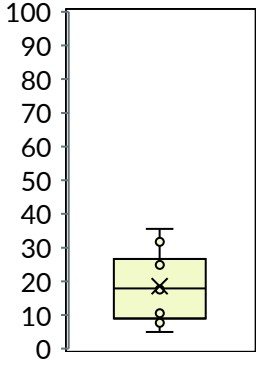
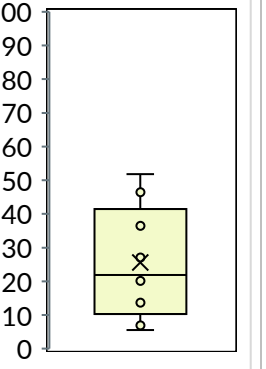
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		9	10	14
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	3	3
Concentrations en vanadium (V) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	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		

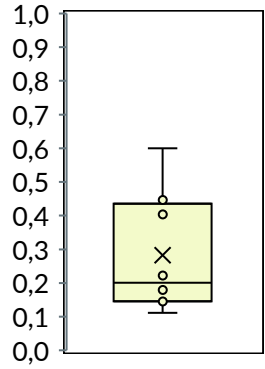
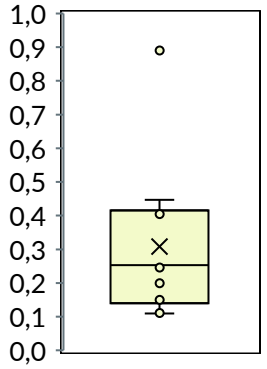
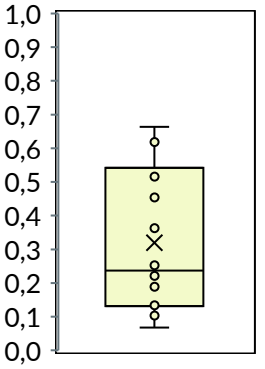
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		9	10	14
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	3	3
Concentrations en chrome (Cr) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	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			

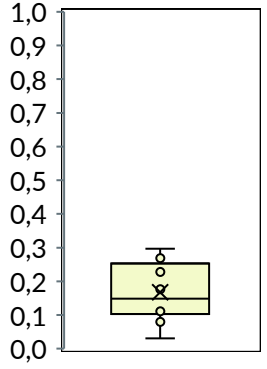
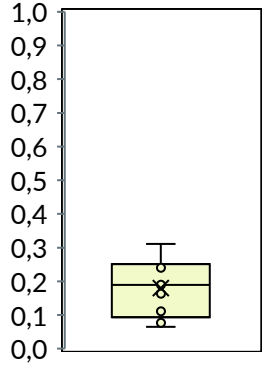
Influence/typologie		Témoïn rural	Témoïn urbain
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		10	9
Années couvertes		2020 - 2023	
Nombre de départements couverts		2	3
Concentrations en chrome (Cr) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (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		

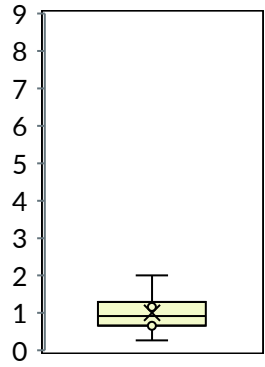
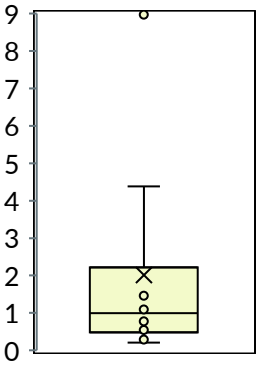
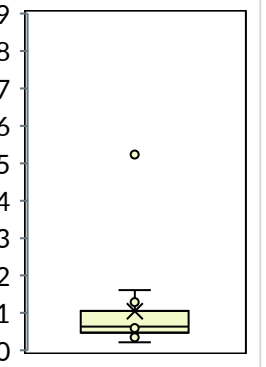
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		8	9	14
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	3	3
Concentrations en manganèse (Mn) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	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			

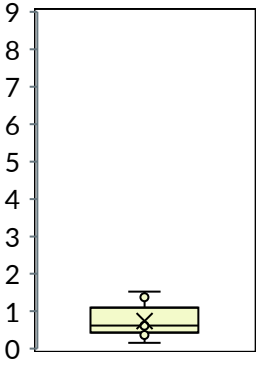
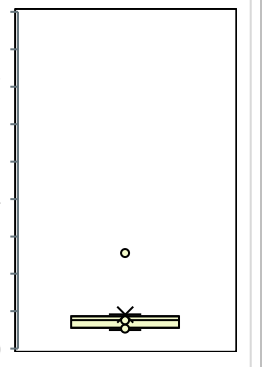
Influence/typologie		Témoïn rural	Témoïn urbain
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		10	9
Années couvertes		2020 - 2023	
Nombre de départements couverts		2	3
Concentrations en manganèse (Mn) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires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

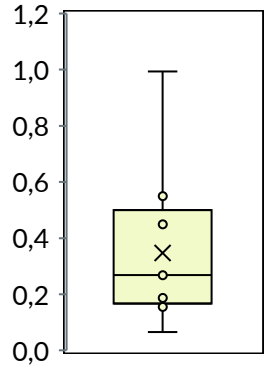
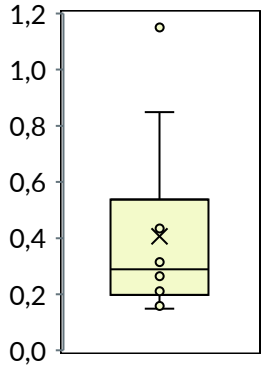
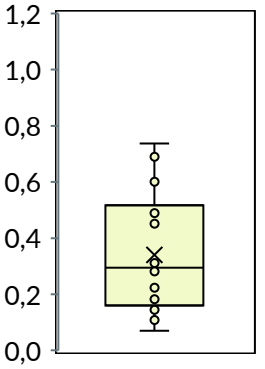
Statistiques et valeurs ubiquitaires de concentrations en manganèse dans les retombées atmosphériques totales

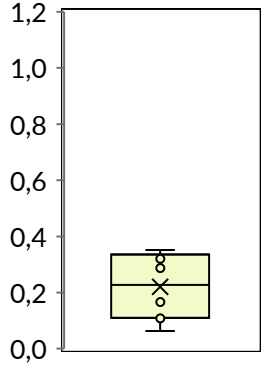
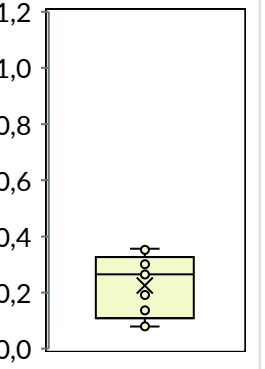
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		8	10	14
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	3	3
Concentrations en cobalt (Co) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	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			

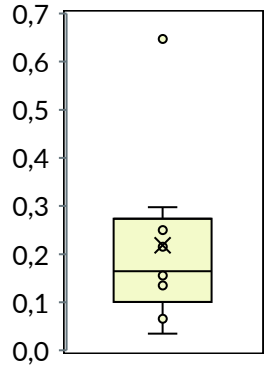
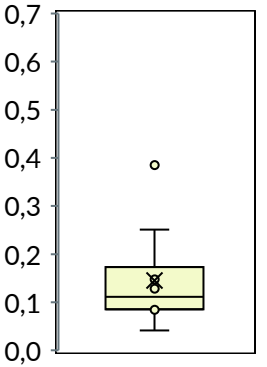
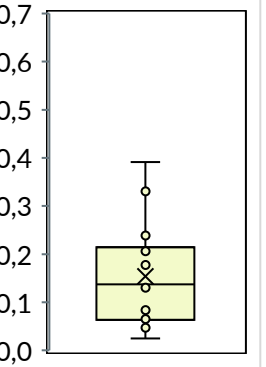
Influence/typologie		Témoïn rural	Témoïn urbain
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		10	9
Années couvertes		2020 - 2023	
Nombre de départements couverts		2	3
Concentrations en cobalt (Co) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (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		

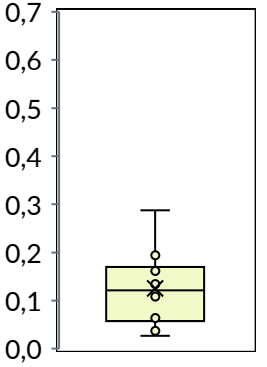
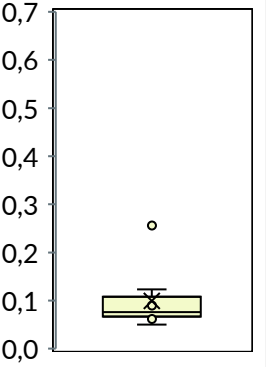
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		8	10	13
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	3	3
Concentrations en nickel (Ni) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	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		Témoign rural	Témoign 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		

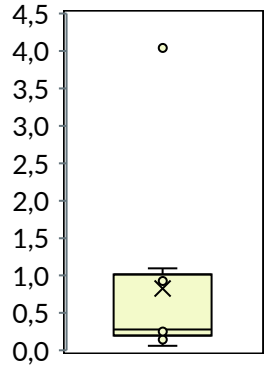
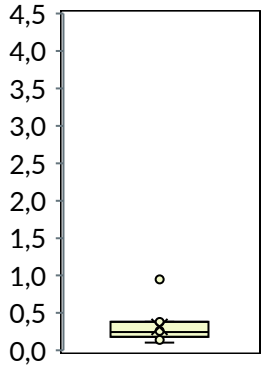
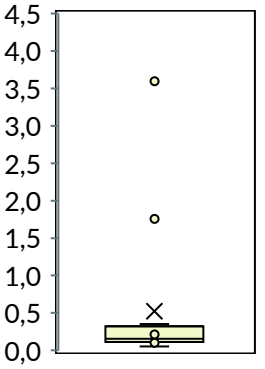
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		9	10	14
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	3	3
Concentrations en arsenic (As) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	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			

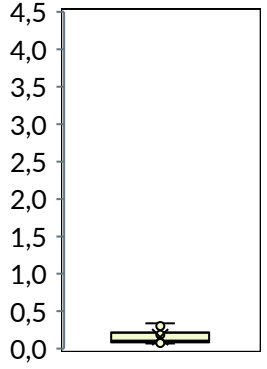
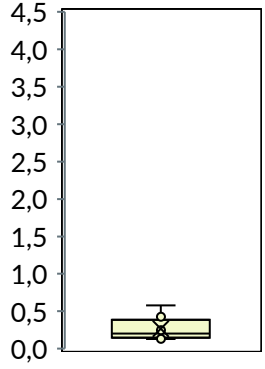
Influence/typologie		Témoïn rural	Témoïn urbain
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		10	9
Années couvertes		2020 - 2023	
Nombre de départements couverts		2	3
Concentrations en arsenic (As) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (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		

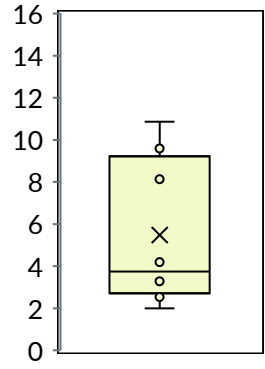
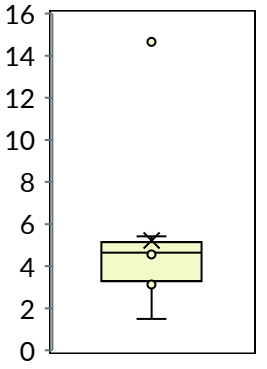
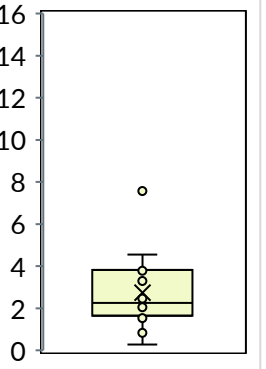
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		9	10	14
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	3	3
Concentrations en cadmium (Cd) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	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			

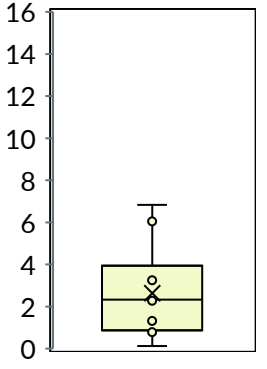
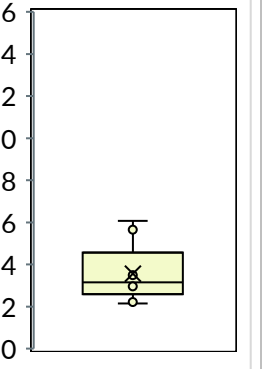
Influence/typologie		Témoïn rural	Témoïn urbain
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		10	9
Années couvertes		2020 - 2023	
Nombre de départements couverts		2	3
Concentrations en cadmium (Cd) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	Valeurs ubiquitaires (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		

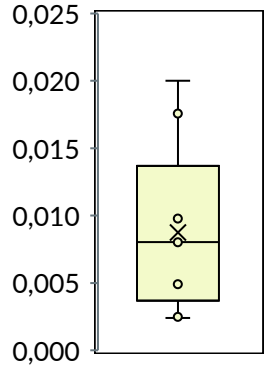
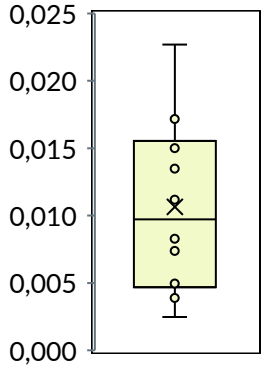
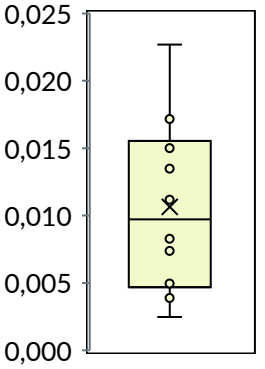
Statistiques et valeurs ubiquitaires de concentrations en cadmium dans les retombées atmosphériques totales

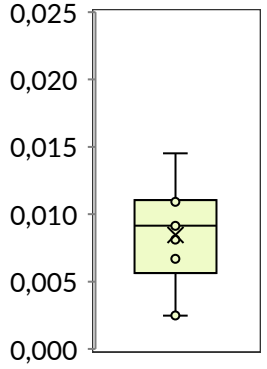
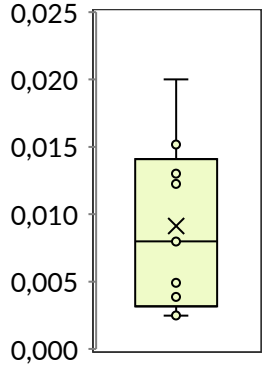
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		9	10	14
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	3	3
Concentrations en antimoine (Sb) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	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		

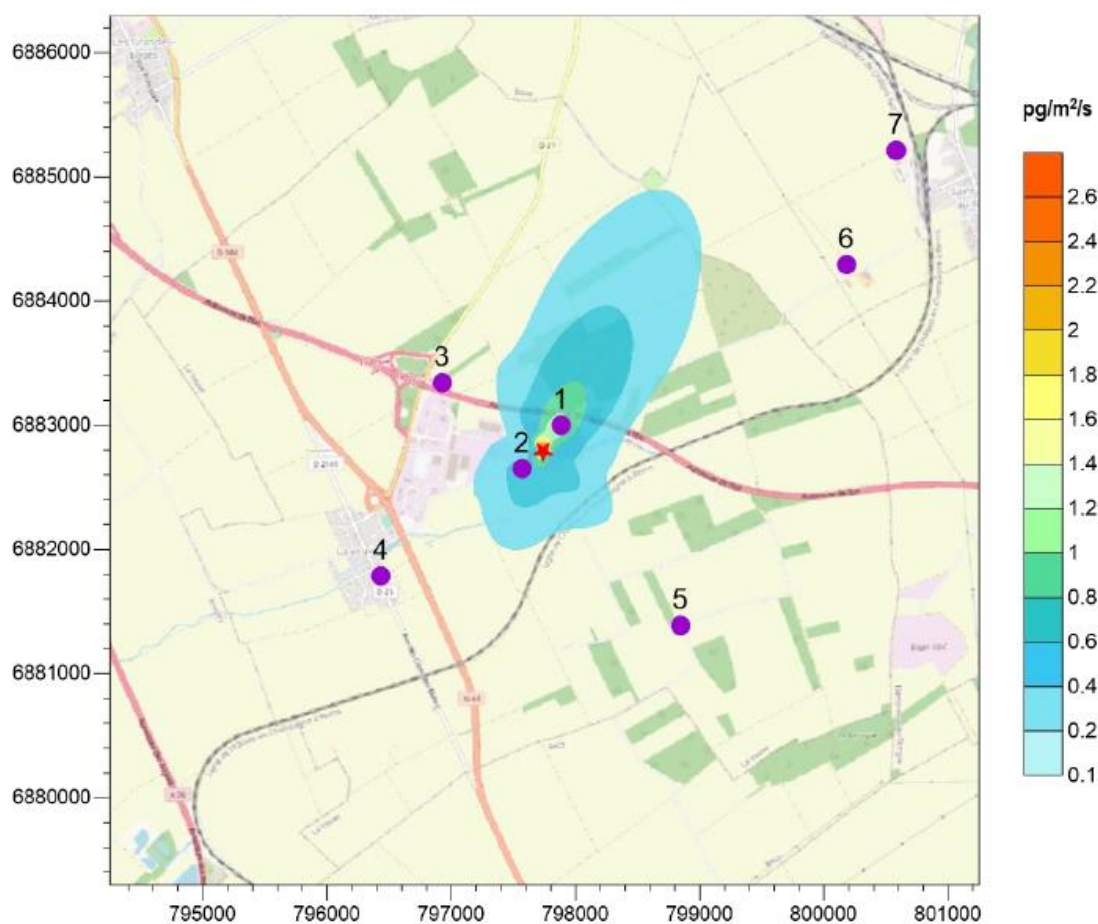
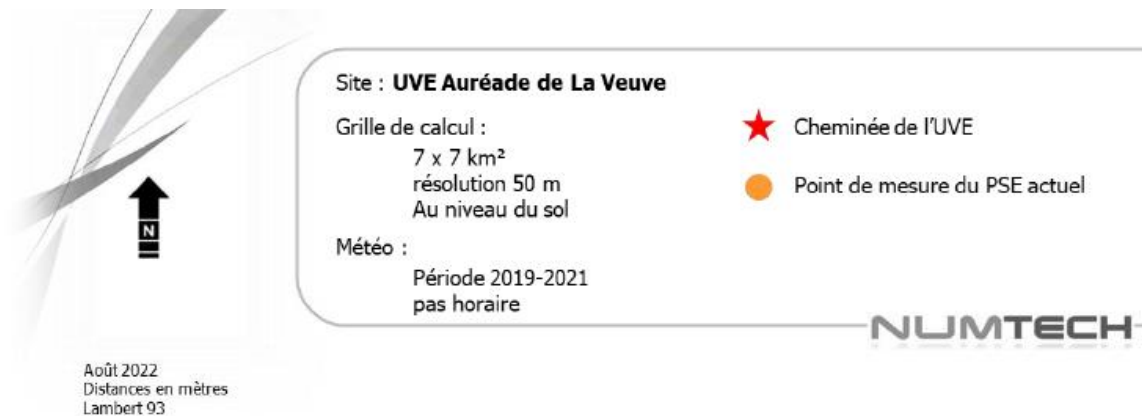
Influence de l'incinérateur		Impact maximal	Impact moyen	Impact faible
Nombre de données (moyennes annuelles et spatiales)		4	7	9
Années couvertes		2020 - 2023		
Nombre de départements couverts		2	3	3
Concentrations en mercure (Hg) dans les retombées atmosphériques totales en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	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)		Guillaume MARTIN/Lucas VAUZELLE	
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		06/03/2025	
Date de fin de prélèvement		03/04/2025	
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)		Guillaume MARTIN/Lucas VAUZELLE	
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		06/03/2025	
Date de fin de prélèvement		03/04/2025	
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	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)		Guillaume MARTIN/Lucas VAUZELLE	
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		06/03/2025	
Date de fin de prélèvement		03/04/2025	
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)		Guillaume MARTIN/Lucas VAUZELLE	
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		06/03/2025	
Date de fin de prélèvement		03/04/2025	
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	5 - Témoin		
Coordonnées emplacement	Lat. : 49,02474 Long. : 4,35163		
Environnement du site de prélèvement			
Photographie		Description	
		Situé au milieu de champs	
Opérateur(s)		Guillaume MARTIN/Lucas VAUZELLE	
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		06/03/2025	
Date de fin de prélèvement		03/04/2025	
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)		Guillaume MARTIN/Lucas VAUZELLE	
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		06/03/2025	
Date de fin de prélèvement		03/04/2025	
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)		Guillaume MARTIN/Lucas VAUZELLE	
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		06/03/2025	
Date de fin de prélèvement		03/04/2025	
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)		Guillaume MARTIN/Lucas VAUZELLE	
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		06/03/2025	
Date de fin de prélèvement		03/04/2025	
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)		Guillaume MARTIN/Lucas VAUZELLE	
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		06/03/2025	
Date de fin de prélèvement		03/04/2025	
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	OCDD	2,3,7,8 TCDF	1,2,3,7,8 PeCDF	2,3,4,7,8 PeCDF	1,2,3,4,7,8 HxCDF	1,2,3,6,7,8 HxCDF	2,3,4,6,7,8 HxCDF	1,2,3,7,8,9 HxCDF	1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	OCDF
Site 1	0,125	0,250	0,250	0,250	0,250	1,698	6,481	0,125	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,500	0,500	1,766
Site 2	0,125	0,250	0,250	0,250	0,660	10,702	33,247	0,125	0,250	0,578	0,770	0,635	0,568	0,250	2,498	0,500	2,998
Site 3	0,125	0,250	0,250	0,250	0,250	2,918	8,366	0,125	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	1,349	0,500	0,500
Site 4	0,125	0,250	0,250	0,250	0,250	3,191	11,583	0,125	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	1,562	0,500	1,781
Site 5	0,125	0,250	0,250	0,250	0,250	1,823	7,208	0,125	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,500	0,500	2,045
Site 6	0,125	0,250	0,250	0,250	0,250	2,121	15,826	0,125	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,500	0,500	0,500
Site 7	0,125	0,250	0,250	0,250	0,250	1,339	5,084	0,125	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,500	0,500	0,500
Site 8	0,125	0,250	0,250	0,250	0,250	1,142	3,436	0,125	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,500	0,500	0,500
Site 9	0,125	0,250	0,250	0,511	0,250	6,960	11,046	0,125	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,500	0,500	0,500
Blanc de terrain	0,125	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,500	0,125	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,500	0,500	0,500



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