

2023



Suivi des dioxines, métaux dans les retombées et des PM₁₀, métaux dans l'air ambiant à proximité de VALAUBIA

Campagne réalisée du 1^{er} février au 1^{er} mars 2023

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

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

PERSONNES EN CHARGE DU DOSSIER

Rédaction	Morgane KESSLER, Chargée d'études Unité Surveillance et Etudes Réglementaires
Vérification	Christelle SCHNEIDER, Ingénieure d'études Unité Surveillance et Etudes Réglementaires
Approbation	Bérénice JENNESON, Responsable Unité Surveillance et Etudes Réglementaires

Référence du projet : MSP-00671

Référence du rapport : SURV-EN-970 indice 1

Date de publication : 20-07-2023

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

Emissions : rejets de polluants dans l'atmosphère directement à partir des pots d'échappement des véhicules et des aéronefs ou des cheminées de sites industriels par exemple (exprimées en unité de masse).

Immissions : concentrations de polluants dans l'atmosphère telles qu'elles sont inhalées. Les immissions résultent de la dilution, de la transformation et du transport des polluants émis (exprimées en unité de masse par volume).

Lignes directrices de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) : les lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air présentent des recommandations d'ordre général concernant les valeurs seuils des principaux polluants de l'air qui posent des risques pour la santé.

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

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

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

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



L'UVE (Unité de Valorisation Énergétique) VALAUBIA de la Chapelle Saint-Luc a été mise en service en 2021 et reçoit les déchets ménagers de l'Aube qui ne peuvent plus être recyclés. **Il s'agit essentiellement d'ordures ménagères (55 000 t/an) et de déchets industriels banals (5 000 t/an).** Elle alimente les industries proches en énergie, chauffe les habitations et produit de l'électricité. À l'initiative du Syndicat Départemental d'Élimination des Déchets de l'Aube (SDEDA), réalisée par Veolia, cette installation répond concrètement aux orientations de la loi de Transition énergétique.

Dans le cadre de ses obligations de surveillance annuelle de l'impact sur l'environnement de l'Unité de Valorisation Énergétique VALAUBIA, VEOLIA VALAUBIA sollicite ATMO Grand Est depuis 2021 pour caractériser la qualité de l'air à proximité de ce site industriel.

Cette étude s'inscrit par ailleurs, dans le cadre de l'action 2 (évaluer les inégalités d'exposition) du Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air 2017-2023 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 de :

- Évaluer les niveaux de polluants dans l'environnement du centre de valorisation énergétique ;
- Comparer ces niveaux avec les valeurs de référence existantes (bibliographie ou issues d'autres campagnes de mesure) et avec la réglementation.

Ce bulletin présente la synthèse des mesures réalisées au cours de la 1^{ère} campagne de l'année 2023 à proximité de l'UVE pour les polluants suivants :

- Les dioxines/furannes et les métaux lourds dans les retombées atmosphériques totales ;
- Les PM₁₀ et les métaux lourds dans l'air ambiant.



Les dioxines et furannes :

Les dioxines sont des composés organiques présentant une grande stabilité chimique, qui augmente avec le nombre d'atomes de chlore. Peu volatiles, elles sont dispersées dans l'atmosphère sous la forme de très fines particules pouvant être transportées sur de longues distances par les courants atmosphériques. Peu solubles dans l'eau, elles ont en revanche une grande affinité pour les graisses. De ce fait, elles s'accumulent dans les tissus adipeux des animaux et des humains, notamment le lait. Elles se concentrent ainsi le long de la chaîne alimentaire et peuvent atteindre des concentrations supérieures aux objectifs recommandés pour les humains, les animaux d'élevage et la faune. L'impact sur la santé et l'environnement des dioxines/furannes, ainsi que leurs sources d'émission est détaillé en annexe 1.

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 des composés sont généralement exprimés en utilisant le calcul d'une quantité toxique équivalente (I-TEQ : International-Toxic Equivalent Quantity).

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 (cf annexe 2).

La quantité toxique équivalente totale « Total 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 :

$$\text{Total I-TEQ} = \sum (C_i \times \text{TEF}_i)$$

Picogramme : 1 pg = 10⁻¹² g

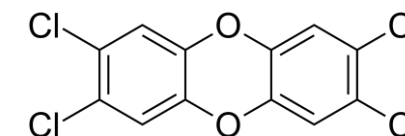


Figure 1 : 2,3,7,8-TCDD ou « la dioxine de SEVESO »

Pour l'étude de la qualité de l'air à proximité de VALAUBIA, les 17 congénères de dioxines et furannes reconnus les plus toxiques sont mesurés dans les retombées atmosphériques totales.



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 ». L'impact sur la santé et l'environnement des métaux lourds, ainsi que leurs sources d'émission, est détaillé en annexe 1.

*Pour cette étude, les métaux lourds suivants sont mesurés dans les **retombées atmosphériques totales et 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).*

Les particules de diamètre inférieur à 10 μm (PM₁₀) :

Les particules en suspension sont constituées de substances solides et/ou liquides présentant une vitesse de chute négligeable. Minérales ou organiques, composées de matières vivantes (pollens, etc.) ou non, grosses ou fines, les particules en suspension constituent un ensemble extrêmement hétérogène de polluants dont la taille varie de quelques dixièmes de nanomètres à une centaine de micromètres.

Ces particules de petites tailles résultent soit de processus de combustion (industrie, transport, chauffage, etc.), soit de mécanismes chimiques à partir de molécules primaires présentes dans l'atmosphère, en l'occurrence des interactions entre ammoniac et oxydes d'azotes. Les poussières sont alors des particules dites secondaires.

L'impact sur la santé et l'environnement des PM₁₀, ainsi que les sources d'émissions de celles-ci, est détaillé en annexe 1.

Pour cette étude, les PM₁₀ sont mesurées dans l'air ambiant.



Concernant les mesures dans l'air ambiant, les PM_{10} ainsi que le nickel, le cadmium, le plomb et l'arsenic sont réglementés par les valeurs citées en annexe 3.

Concernant les mesures réalisées dans les retombées atmosphériques totales, il n'existe pas de niveau réglementaire dans le cadre des retombées atmosphériques. Cependant, des valeurs typiques peuvent servir de référence aux résultats de mesures pour les dioxines/furannes et certains métaux lourds (Cr, Mn, Ni, Cu, As, Cd, Pb, Hg), répertoriées dans le document d'accompagnement du Guide sur la surveillance dans l'air autour des installations classées de l'INERIS. Les valeurs sont détaillées en annexe 4.

Stratégie d'échantillonnage : localisation des sites de mesures



Une évaluation des risques sanitaires a été réalisée par le bureau d'études TAUW, afin de déterminer la zone où les retombées de poussières sont les plus importantes. Cette dernière se situerait théoriquement en amont et aval du site selon un axe Sud-Est/Nord-Ouest (vents historiquement majoritaires) directement à proximité de l'installation industrielle. Cependant, la typologie des sites peut varier en fonction des conditions météorologiques sur la période de mesures.

Les mesures dans les **retombées atmosphériques** sont réalisées sur les 5 sites A', B, C, D et E pendant 1 mois, tandis que les mesures en **air ambiant** sont uniquement opérées sur les 3 sites A, B et D pendant 1 semaine.

Figure 2 : Localisation des sites de mesures



Stratégie d'échantillonnage : localisation des sites de mesures



Figure 3 : Photographie du site A

Site A :

Distance de VALAUBIA : 0,6 km

Il s'agit d'un point théoriquement impacté lorsque les vents sont en provenance du sud-ouest ou potentiellement lorsque les vents sont faibles (< 1,5 m/s) par diffusion des émissions, au vu de sa proximité avec l'UVE.



Figure 4 : Photographie du site A'

Site A' :

Distance de VALAUBIA : 0,2 km

Il s'agit d'un point théoriquement impacté lorsque les vents sont en provenance du secteur sud ou potentiellement lorsque les vents sont faibles (< 1,5 m/s) par diffusion des émissions, au vu de sa proximité avec l'UVE.

L'emplacement a été sélectionné afin de se rapprocher de la zone des retombées maximales théoriques (selon la modélisation).



Figure 5 : Photographie du site B

Site B :

Distance de VALAUBIA : 0,4 km

Le point B est un point situé au nord de l'UVE. Il est théoriquement impacté lorsque les vents sont en provenance du sud ou potentiellement lorsque les vents sont faibles (< 1,5 m/s) par diffusion des émissions, au vu de sa proximité avec l'UVE.

Site C :

Distance de VALAUBIA : 1,1 km

Le site C est théoriquement impacté lorsque les vents sont en provenance du nord-ouest.

Il est implanté à proximité de la population potentiellement exposée (quartiers résidentiels et écoles).



Figure 6 : Photographie du site C



Figures 7 : Photographies des sites D (haut) et E (bas)

Sites D et E :

Distance de VALAUBIA du point D : 1,3 km

Distance de VALAUBIA du point E : 2,5 km



Les sites D et E ont été initialement choisis par le bureau d'étude TAUW de façon à être représentatifs du bruit de fond, c'est-à-dire des points témoins.

Le site D peut être néanmoins être impacté lorsque les vents sont de sud-est. Il est également dans une certaine mesure le prolongement de l'axe Valaubia - site A' - site B.



Stratégie d'échantillonnage : périodes de mesures

Le programme de surveillance de la qualité de l'air à proximité de VALAUBIA consiste en deux campagnes de mesures à l'année.

Pour cette année 2023, les périodes de mesures sont les suivantes :

- **Février 2023 (présent rapport) :**
 - 1^{er} février au 1^{er} mars 2023 pour les retombées**
 - 1^{er} au 8 février 2023 pour l'air ambiant**
- **Mai 2023 :**
 - 4 mai au 1^{er} juin 2023 pour les retombées**
 - 4 au 11 mai 2023 pour l'air ambiant**

Méthode de mesures utilisées dans le cadre de l'étude



Tableau 1 : Mesures dans les retombées atmosphériques




Moyen de mesure	Descriptif			
<p>Jauge Owen</p> 	<p>La détermination des retombées atmosphériques totales au moyen de collecteurs de précipitation est une technique normalisée. La surface d'exposition des jauges est parfaitement connue, ce qui permet d'évaluer les dépôts atmosphériques.</p> <p>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. Pour éviter les interférences analytiques, des jauges opaques sont recommandées.</p> <p>Les polluants suivis pour cette étude ainsi que les normes de mesurages mises en œuvre sont les suivants :</p>			
	Polluants	Méthode analytique	Norme	Laboratoire d'analyse
	Retombées atmosphériques totales	Filtration sur filtre et pesée	NF X 43-014 - Air ambiant - Détermination des retombées atmosphériques totales - Échantillonnage - Préparation des échantillons avant analyses	Micropolluants Technologies
	Dioxines et furanes	Chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse haute résolution, sur les parties soluble et insoluble		
	Métaux lourds - dépôts V, Cr, Mn, Co, Cu, Ni, As, Cd, Sb, Tl, Hg et Pb	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	

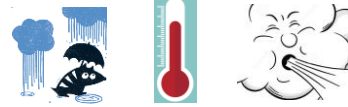
Figure 8 : Jauge Owen

Méthode de mesures utilisées dans le cadre de l'étude



Tableau 2 : Mesures dans l'air ambiant

Moyen de mesure	Descriptif			
<p>Préleveurs particulaires</p>   <p>Figure 9 : LECKEL et PARTISOL</p>	<p>Ils permettent le prélèvement des particules contenues dans un volume dosé d'air. Les particules sont recueillies sur des filtres. L'air est aspiré à travers une tête de prélèvement spécifique à la fraction recherchée. Les particules de diamètre supérieur à 10 μm par exemple (PM_{10}), sont impactées sur de la graisse de silicone et sont donc éliminées. Les particules restantes suivent le flux d'air pour être collectées sur le filtre.</p>			
	Polluants	Préleveur et méthode analytique	Norme	Laboratoire d'analyse
	PM_{10}	LECKEL/PARTISOL/DA80 gravimétrie	NF EN 12341 - Air ambiant - Méthode normalisée de mesurage gravimétrique pour la détermination de la concentration massique MP_{10} ou $\text{MP}_{2.5}$ de matière particulaire en suspension	Micropolluants Technologies
	Métaux lourds sur PM_{10}	LECKEL/PARTISOL minéralisation suivie d'une analyse par Spectrométrie de masse par plasma à couplage inductif	NF EN 14902 - Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée de mesure du plomb, du cadmium, de l'arsenic et du nickel dans la fraction MP_{10} de matière particulaire en suspension	
	<p>Le laboratoire d'analyse peut ensuite selon le cas procéder à une pesée finale des filtres (gravimétrie - après avoir pesé les filtres avant prélèvement), afin de pouvoir disposer de la teneur en PM dans l'air ou analyser les polluants présents sur ces particules (métaux, HAP, etc.) Il est également possible de faire sur un même filtre une quantification des teneurs en PM (gravimétrie) et une analyse de la composition de ces particules (par exemple des métaux).</p>			



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 (cf annexe 5).

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 : Troyes-Barbèrey.

Limites 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, les deux campagnes de l'année permettront de qualifier les niveaux mesurés au regard des normes annuelles de qualité de l'air pour les concentrations dans l'air ambiant à titre estimatif, et des valeurs habituellement observées pour les retombées atmosphériques.

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



Conditions météorologiques

La campagne s'est déroulée sous des températures supérieures à la normale, à l'instar de février 2022. Concernant les précipitations, elles étaient inférieures à la normale saisonnière dans l'Aube, avec un cumul de 5,0 mm à Troyes sur le mois (source : *Bulletin climatologique mensuel de la région Grand Est de février 2023, Météo France*).

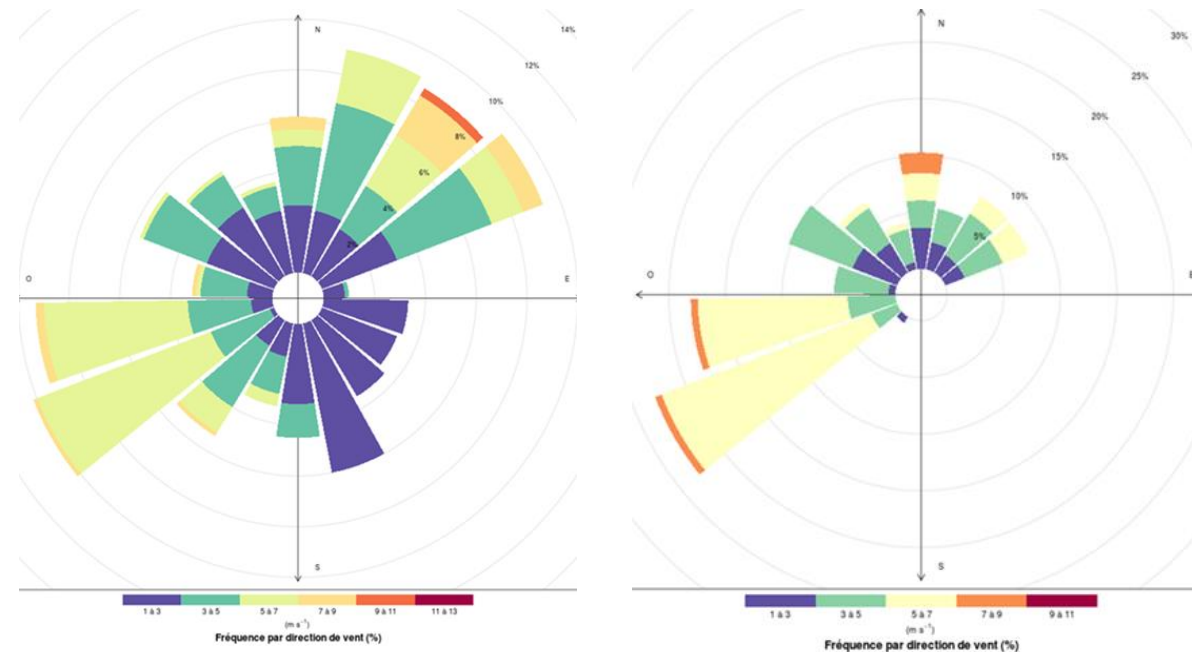


Figure 10 : Roses des vents sur la période de mesures des retombées (01/02 - 01/03/2023) (à gauche) et sur la période de mesures en air ambiant (01/02 - 08/02/2023) (à droite)

Durant le mois de mesures des retombées atmosphériques, les vents ont principalement soufflé dans les secteurs ouest-sud-ouest et nord-est, avec quelques vents du sud-est-sud et du nord-ouest de moindre occurrence.

Durant le mois de mesures en air ambiant, les vents ont principalement soufflé dans le secteur ouest-sud-ouest, avec quelques vents de moindre occurrence en provenance de la moitié nord.

Conditions météorologiques

Le tableau 3 présente les occurrences et vitesses des vents en provenance de la cheminée de VALAUBIA en direction des différents sites au cours des mesures des retombées atmosphériques totales du 1^{er} février au 1^{er} mars 2023. Ainsi, en fonction de ces données et de la distance entre les sites et l'UVE, une typologie **théorique** est attribuée à chacun des sites pour cette période de mesures (la définition des typologies est détaillée en annexe 6).

Site	Distance/source (km)	Direction des vents avec impact de la source (°)	Occurrence des vents $\geq 1,5$ m/s en direction du site (%)	Vitesse moyenne (m/s)	Typologie théorique du site
A'	0,2	160 - 190	7	2,3	Impact principal
B	0,4	160 - 190	7	2,3	Impact secondaire
C	1,1	290 - 320	9	3,2	Impact tertiaire
D	1,3	130 - 160	5	2,0	Impact tertiaire/fond
E	2,5	350 - 20	10	4,3	Impact tertiaire

Occurrence des vents $< 1,5$ m/s

19 %

Tableau 3 : Typologies des sites en fonction des vents au cours du mois de prélèvement des retombées atmosphériques totales

Conditions météorologiques

Le tableau 4 présente les occurrences et vitesses des vents en provenance de la cheminée de VALAUBIA en direction des différents sites de mesure au cours des mesures en air ambiant du 1^{er} au 8 février 2023. Ainsi, en fonction de ces données et de la distance entre les sites et l'UVE, une typologie **théorique** est attribuée à chacun des sites pour cette période de mesures (la définition des typologies est détaillée en annexe 6).

Site	Distance/source (km)	Direction des vents avec impact de la source (°)	Occurrence des vents $\geq 1,5$ m/s en direction du site (%)	Vitesse moyenne (m/s)	Typologie théorique du site
A	0,2	210 - 240	10	4,7	Impact principal
B	0,4	160 - 190	0	/	Impact secondaire
D	1,3	130 - 160	0	/	Fond

Occurrence des vents $< 1,5$ m/s
9 %

Tableau 4 : Typologies des sites en fonction des vents au cours de la semaine de prélèvement de l'air ambiant

Dioxines/furannes dans les retombées : niveaux mesurés du 1^{er} février au 1^{er} mars 2023

Le tableau 5 présente les concentrations de dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques totales en équivalent toxique.

		Site A' (Impact principal)	Site B (Impact secondaire)	Site C (Impact tertiaire)	Site D (Impact tertiaire/fond)	Site E (Impact tertiaire)	Blanc de terrain
Dioxines/furannes (pg I-TEQ/m ² /j)	Total I-TEQ MIN	0,96	0,36	0,11	0,09	0,06	0,00
	Total I-TEQ MAX	1,71	1,34	1,10	1,08	1,09	1,04
	MAX I-TEQ MAX	0,63	0,29	0,18	0,18	0,18	0,18

Tableau 5 : Dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques totales au cours de la campagne du 1^{er} février au 1^{er} mars 2023

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.

Dioxines/furannes dans les retombées : niveaux mesurés du 1^{er} février au 1^{er} mars 2023

La figure 11 présente les concentrations de dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques totales en total I-TEQ MAX (cas le plus défavorable) comparé aux valeurs de référence de la littérature.

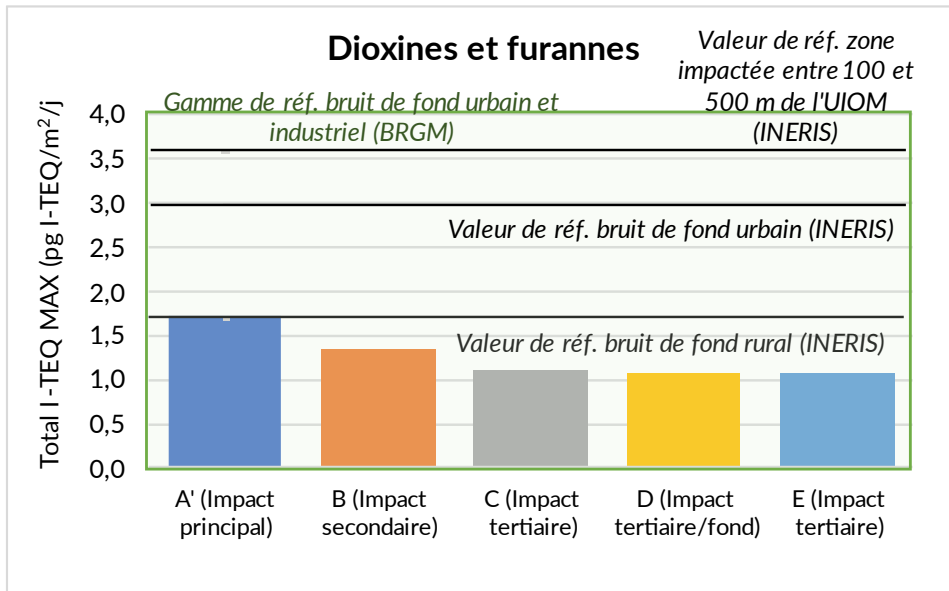


Figure 11 : : Concentrations des dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques totales en total I-TEQ MAX du 1^{er} février au 1^{er} mars 2023

Période du 01/02 au 01/03/2023	Moyenne des total I-TEQ MAX	Minimum	Maximum
Valeurs en pg I-TEQ/m²/j	1,26	1,08 Site D (fond)	1,71 Site A' (impact principal)

Tableau 6 : Concentrations de dioxines/furannes dans les retombées en total I-TEQ MAX : moyennes et extrema

Toutes les concentrations en équivalent toxique mesurées sur les 5 sites sont typiques d'un bruit de fond rural selon la valeur de référence de l'étude INERIS.

Les concentrations de A' (impact principal) et B (impact secondaire) sont un peu plus hautes que les autres sites (C, D et E, plus éloignés de l'UVE), qui sont au même niveau de concentration que le blanc de terrain.

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.

Dioxines/furannes dans les retombées : profils de congénères mesurés du 1^{er} février au 1^{er} mars 2023

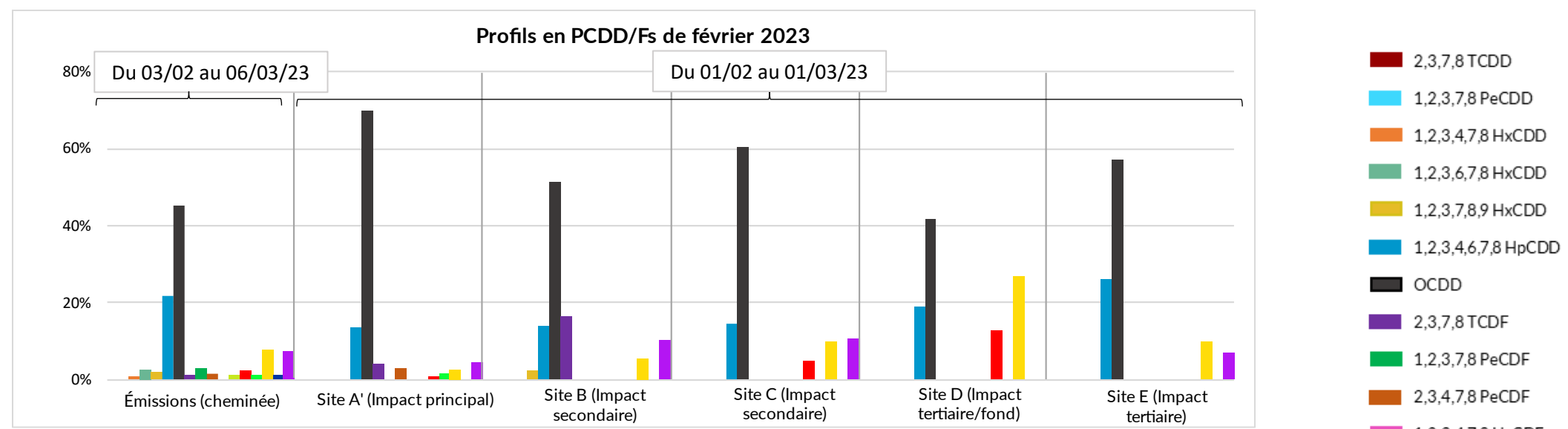


Figure 12 : Teneurs des différents congénères de dioxines/furannes dans les retombées mesurées du 1^{er} février au 1^{er} mars 2023 comparées aux teneurs mesurées à la sortie de la cheminée de VALAUBIA du 3 février au 3 mars 2023*

Sur l'ensemble des sites, l'**OCDD** et le **1,2,3,4,6,7,8 HpCDD** sont quantifiés. Ces congénères sont les deux composés prédominants dans l'environnement, excepté sur les sites B et D, mais également à l'émission.

Sur le site B, le **2,3,7,8 TCDF** est le second composé majoritaire. Il est également observé sur le site A' en moins forte proportion, mais également à l'émission, en faible pourcentage.

Le site A' est celui enregistrant le plus de congénères différents, il est ainsi celui possédant le plus de congénères en commun avec ceux émis au niveau de la cheminée.

A noter que la présence du **2,3,4,7,8 PeCDF** sur le site A' (observé également à l'émission en faible proportion), représente 37 % de la quantité toxique équivalente en total I-TEQ MAX enregistrée en raison du fort facteur d'équivalence toxique de ce composé (0,5 dans le calcul de l'OMS 1998).

Des composés sont communs entre ceux observés à l'émissions et ceux observés dans l'environnement, mais il est difficile de faire le lien avec certitude avec les émissions canalisées de VALAUBIA au cours de cette campagne, d'autant plus que les dates des mesures à l'émissions et celles dans l'environnement ne se recouvrent pas exactement.

* Rapport SECAUTO SC-PRO-1301 11 du 20/03/2023

Métaux lourds dans les retombées : niveaux mesurés du 1^{er} février au 1^{er} mars 2023

Le thallium et le mercure ont été mesurés en dessous de la limite de quantification sur l'ensemble des sites de mesures.

En raison de la non-conformité du blanc terrain (concentration supérieure à 1/3 d'un des échantillons, cf Guide de surveillance de l'air autour des installations classées), les mesures de cuivre ont dû être invalidées pour cette campagne.

Le tableau 6 regroupe l'ensemble des concentrations mesurées au cours de la campagne. Les résultats sont commentés aux pages suivantes.

Métaux ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)	Site A' (Impact principal)	Site B (Impact secondaire)	Site C (Impact tertiaire)	Site D (Impact tertiaire/fond)	Site E (Impact tertiaire)	Blanc de terrain
V	1,90	1,15	1,34	0,68	1,32	0,03
Cr	3,10	1,12	1,40	1,36	1,79	0,07
Mn	41,40	29,20	27,30	18,60	33,30	1,59
Co	0,98	0,27	0,34	0,21	0,58	0,03
Ni	2,25	0,89	0,98	0,60	1,47	0,03
Cu	61,30	39,90	23,40	26,50	41,20	12,00
As	0,37	0,21	0,34	0,13	0,27	0,01
Cd	0,34	0,05	0,13	0,06	0,10	0,01
Sb	0,46	0,14	0,22	0,23	0,36	0,03
Tl	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Hg	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Pb	8,45	3,30	3,06	6,20	4,07	0,47

En bleu : Inférieur à la limite de quantification, la valeur indiquée est la limite de quantification divisée par 2

En rouge : Résultats invalides

Tableau 7 : Retombées en métaux mesurées au cours de la campagne du 1^{er} février au 1^{er} mars

Métaux lourds dans les retombées : niveaux mesurés du 1^{er} février au 1^{er} mars 2023

Métaux disposant de valeurs de référence :

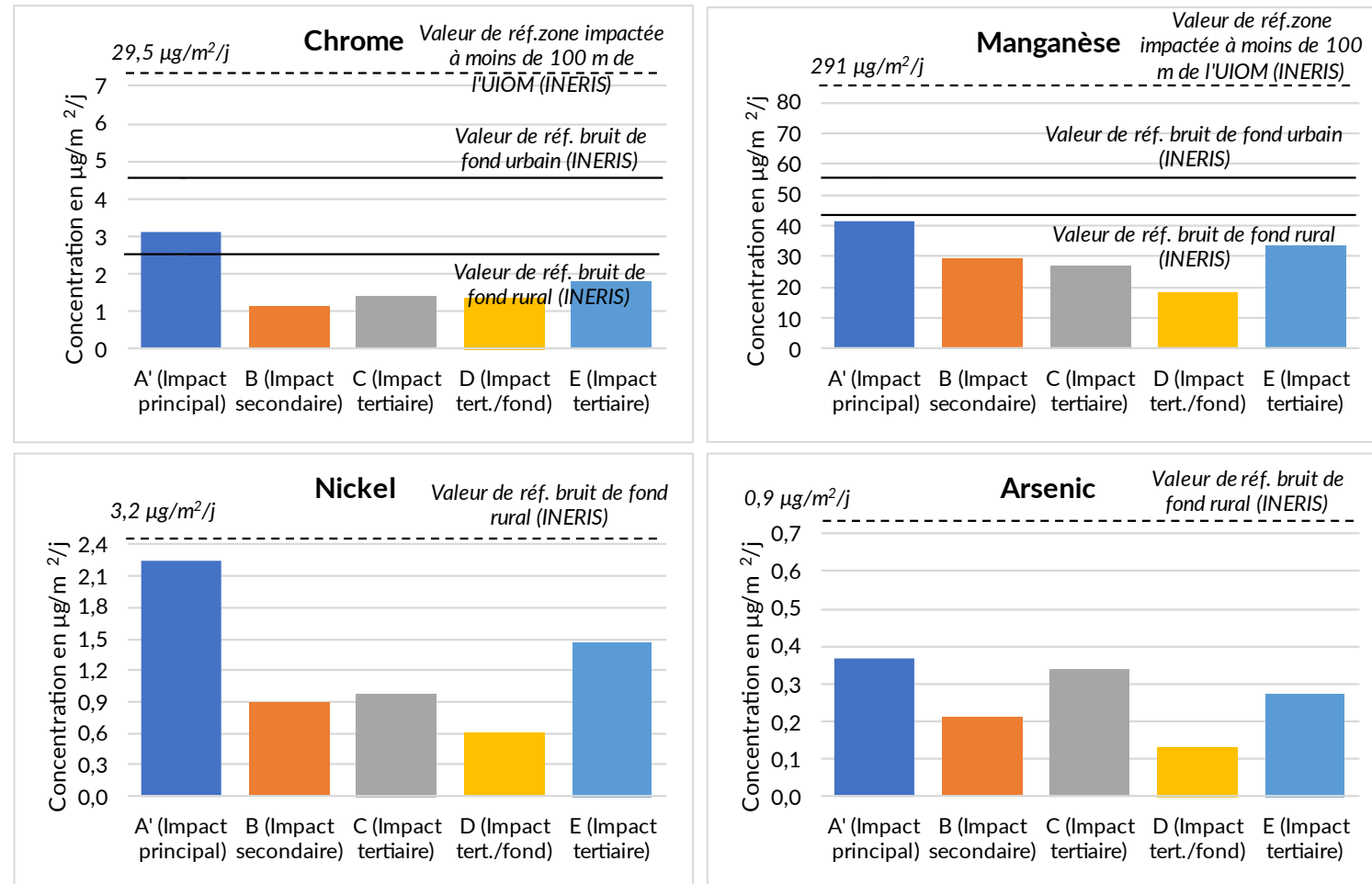


Figure 13 : Concentrations en métaux dans les retombées atmosphériques totales au cours de la campagne du 1^{er} février au 1^{er} mars 2023 - partie 1

Métaux lourds dans les retombées : niveaux mesurés du 1^{er} février au 1^{er} mars 2023

Métaux disposant de valeurs de référence :

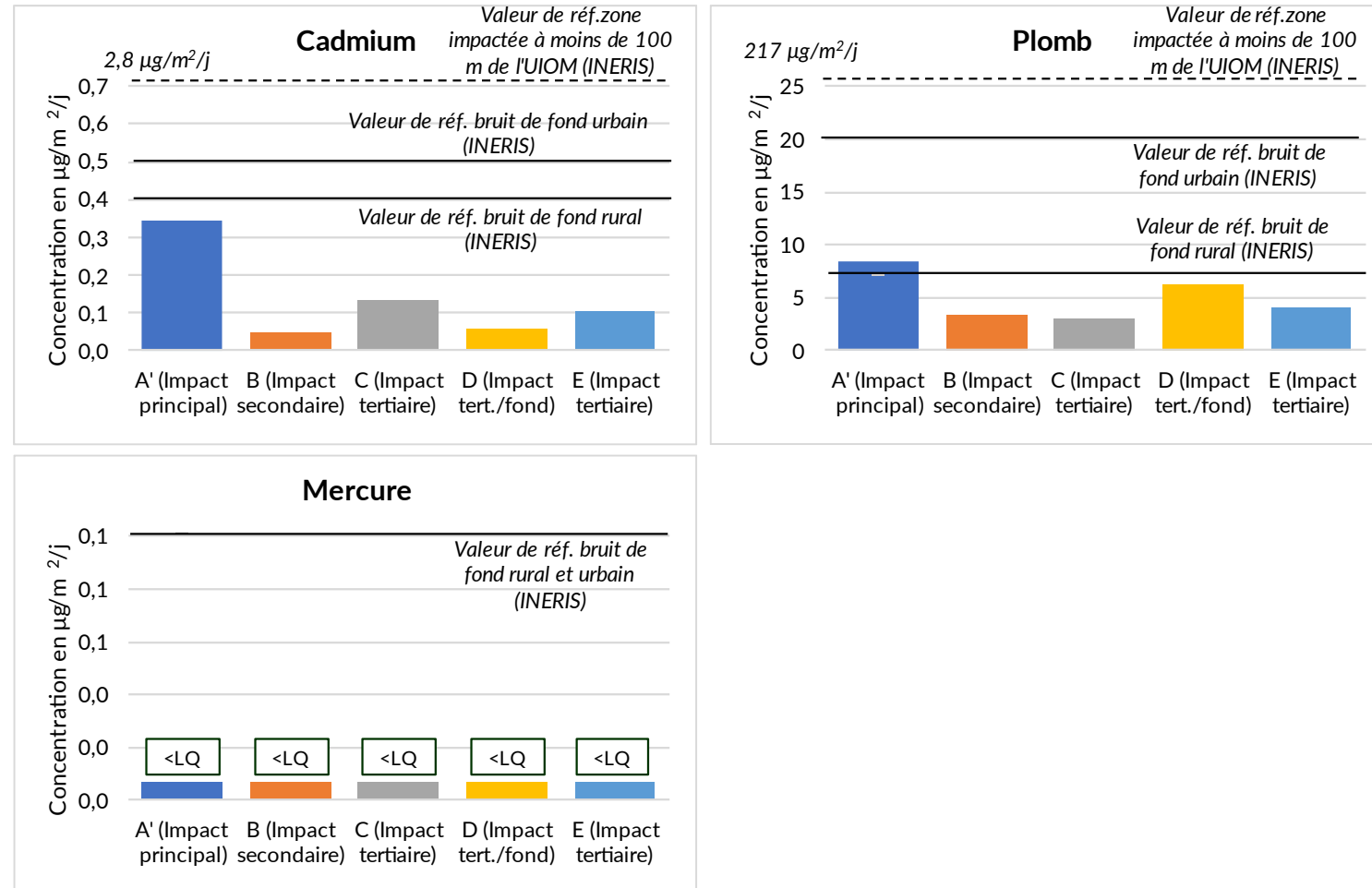


Figure 14 : Concentrations en métaux dans les retombées atmosphériques totales au cours de la campagne du 1^{er} février au 1^{er} mars 2023 – partie 2

Métaux lourds dans les retombées : niveaux mesurés du 1^{er} février au 1^{er} mars 2023

Métaux sans valeurs de référence :

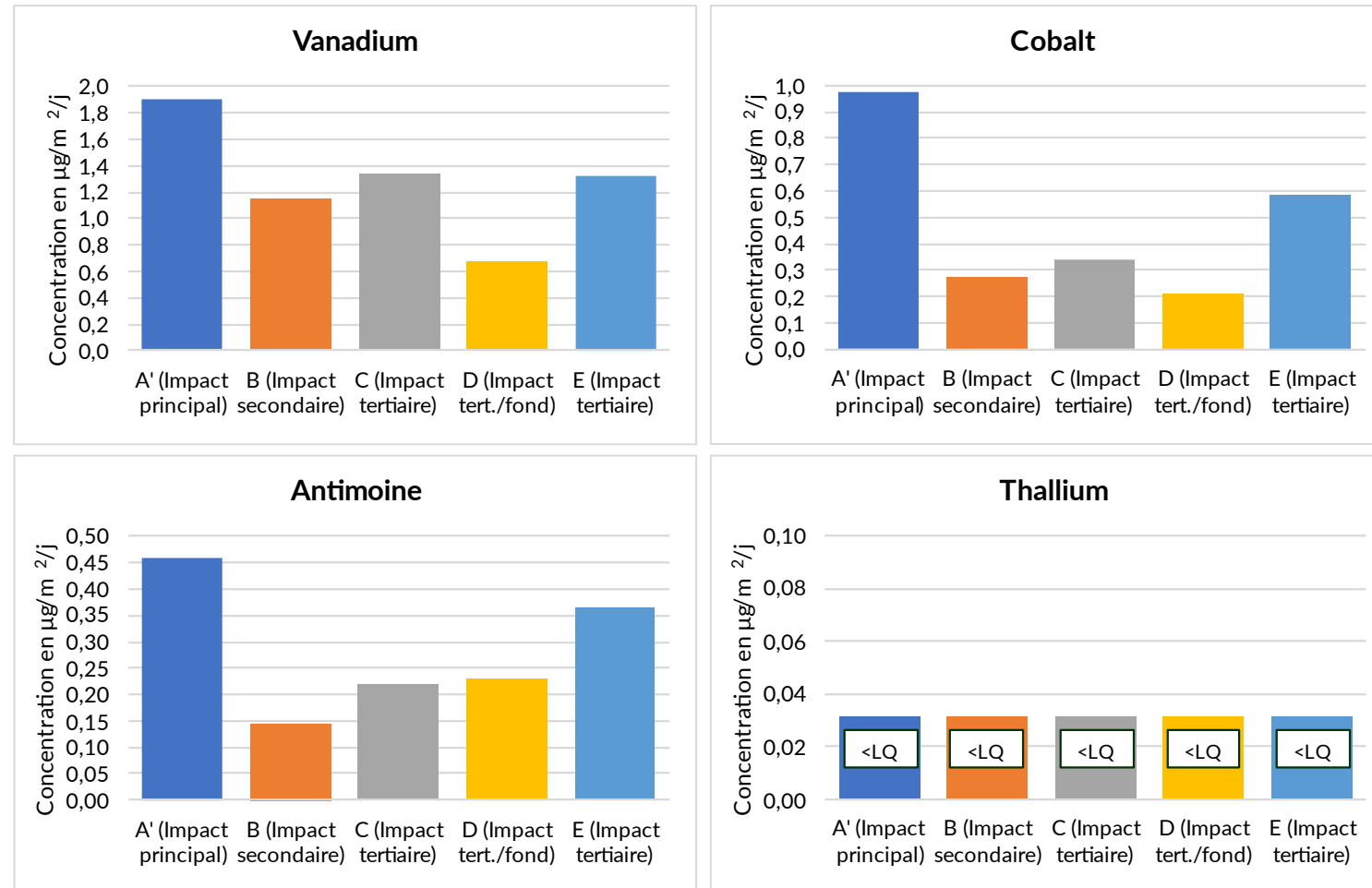


Figure 15 : Concentrations en métaux dans les retombées atmosphériques totales au cours de la campagne du 1^{er} février au 1^{er} mars 2023 – partie 3

Métaux lourds dans les retombées : niveaux mesurés du 1^{er} février au 1^{er} mars 2023

Pour les métaux disposant de valeurs de référence, tous les sites (excepté le cuivre aux concentrations invalides) enregistrent des concentrations typiques d'un bruit de fond rural selon les valeurs de référence de l'INERIS.

Pour l'ensemble des métaux (excepté le mercure et le thallium mesurés en-dessous de la limite de quantification), le site A', théoriquement le plus impacté par l'UVE, enregistre la teneur plus élevée des 5 sites. C'est particulièrement le cas pour le cadmium.

Certains des sites les moins impactés par l'UVE (C, D et E) sont pour certains métaux proches des concentrations du site A'. Ces concentrations dépassent parfois celles du site B (impact secondaire).

Métaux lourds dans les retombées : niveaux mesurés du 1^{er} février au 1^{er} mars 2023

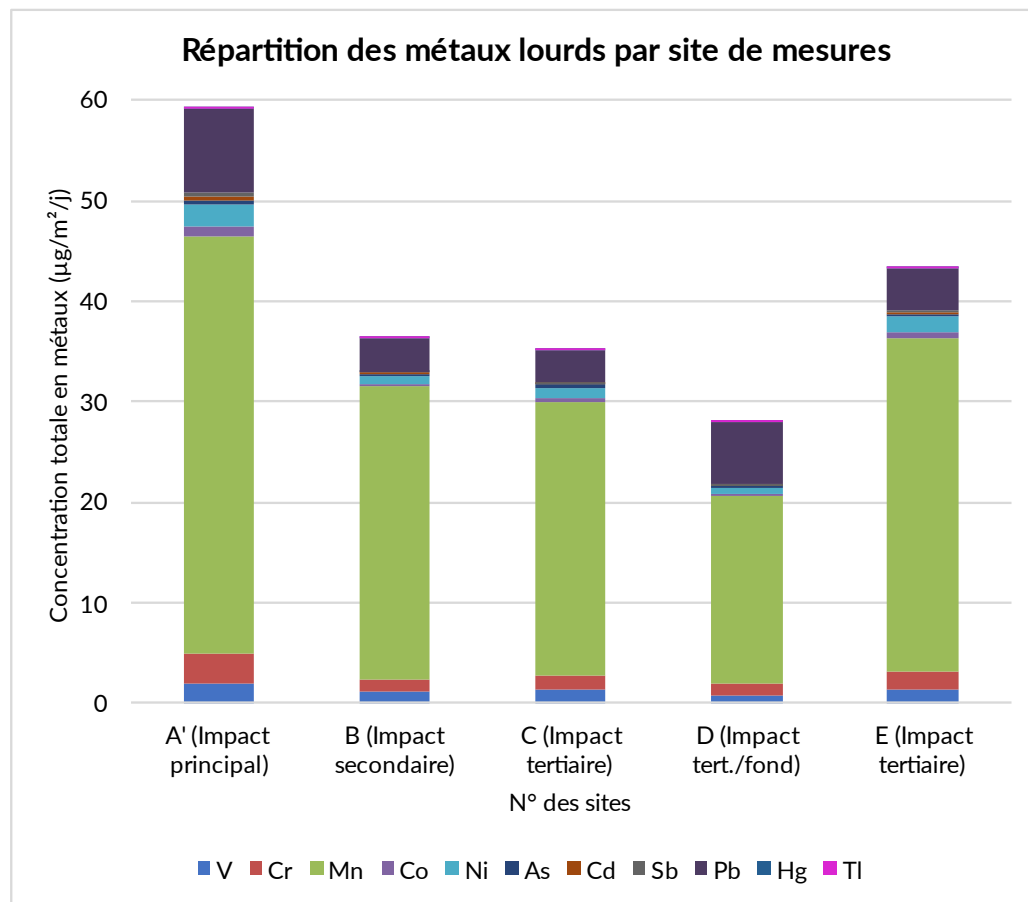


Figure 16 : Répartitions des métaux dans les retombées atmosphériques totales au cours de la campagne du 1^{er} février au 1^{er} mars 2023

Le cuivre n'est pas représenté sur le diagramme en raison de l'invalidité des mesures.

La figure 16 présente la répartition des concentrations en métaux pour chacun des sites de mesures.

Le site A' (impact principal) présente la plus grande concentration en métaux des 5 sites, suivi par le site E (impact tertiaire).

Parmi les métaux mesurés, le manganèse est le métal prédominant, suivi par le plomb puis le nickel/chrome/vanadium. Cet ordre de répartition suit celui des valeurs de bruit de fond dans l'environnement de l'étude de l'INERIS.

Métaux lourds dans l'air ambiant : niveaux mesurés du 1^{er} au 8 février 2023

Le vanadium, le cobalt, le nickel, le cadmium, l'antimoine, le thallium et le mercure ont été mesuré en dessous de la limite de quantification sur l'ensemble des sites de mesures.

Le tableau 7 regroupe l'ensemble des concentrations mesurées au cours de la campagne. Les résultats sont commentés aux pages suivantes.

Métaux (ng/m ³)	Site A (Impact principal)	Site B (Impact secondaire)	Site D (Fond)
V	0,37	0,38	0,38
Cr	1,51	0,95	0,82
Mn	3,30	2,83	1,96
Co	0,37	0,38	0,38
Ni	0,37	0,38	0,38
Cu	3,97	3,78	1,99
As	0,27	0,23	0,20
Cd	0,07	0,08	0,08
Sb	0,37	0,38	0,38
Tl	0,37	0,38	0,38
Hg	0,07	0,08	0,08
Pb (µg/m ³)	0,0025	0,0026	0,0029

En bleu : Inférieur à la limite de quantification, la valeur indiquée est la limite de quantification divisée par 2

Tableau 8 : Métaux dans l'air ambiant mesurés au cours de la campagne du 1^{er} au 8 février 2023

Métaux lourds dans l'air ambiant : niveaux mesurés du 1^{er} au 8 février 2023

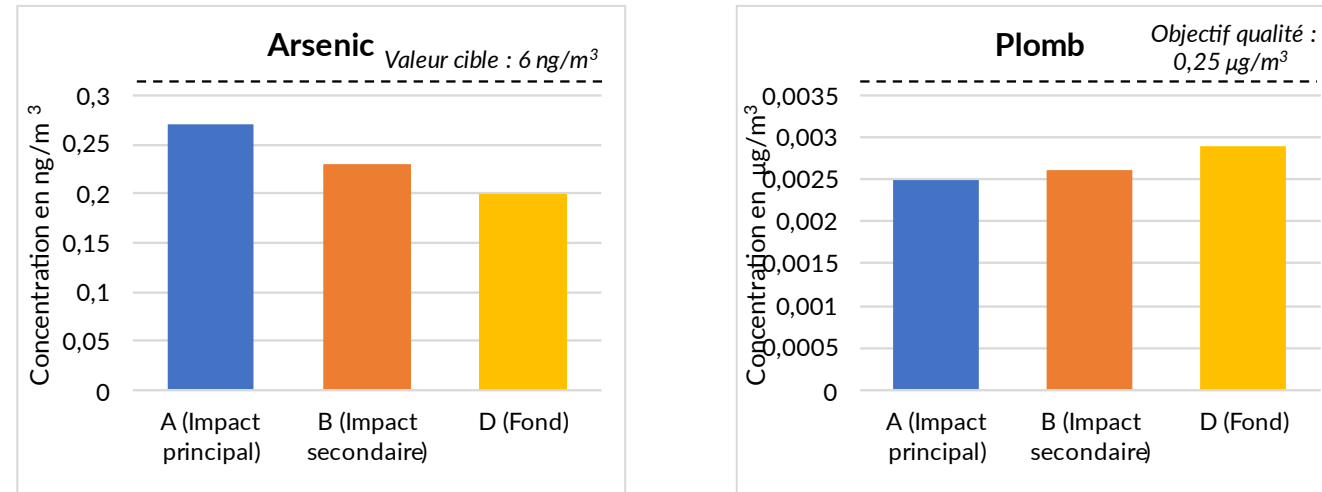


Figure 17 : Concentrations en métaux réglementés mesurés dans l'air ambiant du 1^{er} au 8 février 2023

Concernant les métaux réglementés mesurés dans l'air ambiant :

A titre indicatif, les concentrations mesurées sur les sites A, B et D sont toutes largement inférieures aux valeurs annuelles de la réglementation au cours de cette période de mesures.

Le **cadmium** et le **nickel** ont été mesurés en dessous de la limite de quantification sur les 3 sites.

Les teneurs en **arsenic** sont légèrement plus élevées sur les sites impactés que sur les concentrations de fond. A l'inverse, les niveaux de **plomb** de fond sont légèrement supérieurs à ceux des sites plus impactés par l'UVE.

Métaux lourds dans l'air ambiant : niveaux mesurés du 1^{er} au 8 février 2023

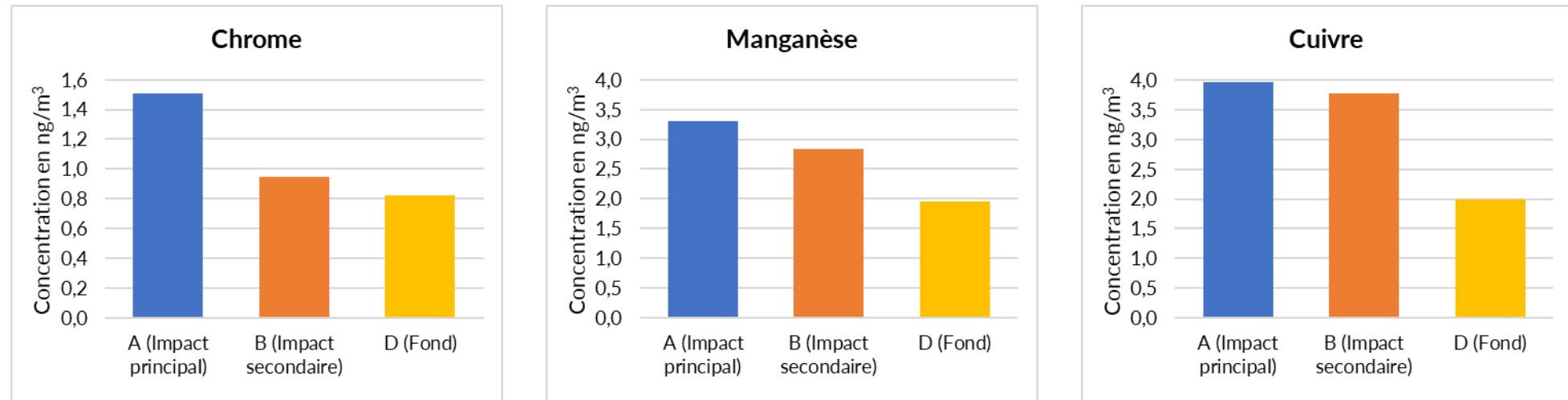


Figure 18 : Concentrations en métaux non-réglémentés dans l'air ambiant du 1^{er} au 8 février 2023

Concernant les métaux non-réglémentés mesurés dans l'air ambiant :

Le **vanadium**, le **cobalt**, l'**antimoine**, le **thallium** et le **mercure** ont été mesurés en dessous de la limite de quantification sur les 3 sites.

Les teneurs en **chrome**, **manganèse** et **cuivre** sont plus élevées sur les sites théoriquement impactés que sur les sites de fond.

Métaux lourds dans l'air ambiant : niveaux mesurés du 1^{er} février au 1^{er} mars 2023

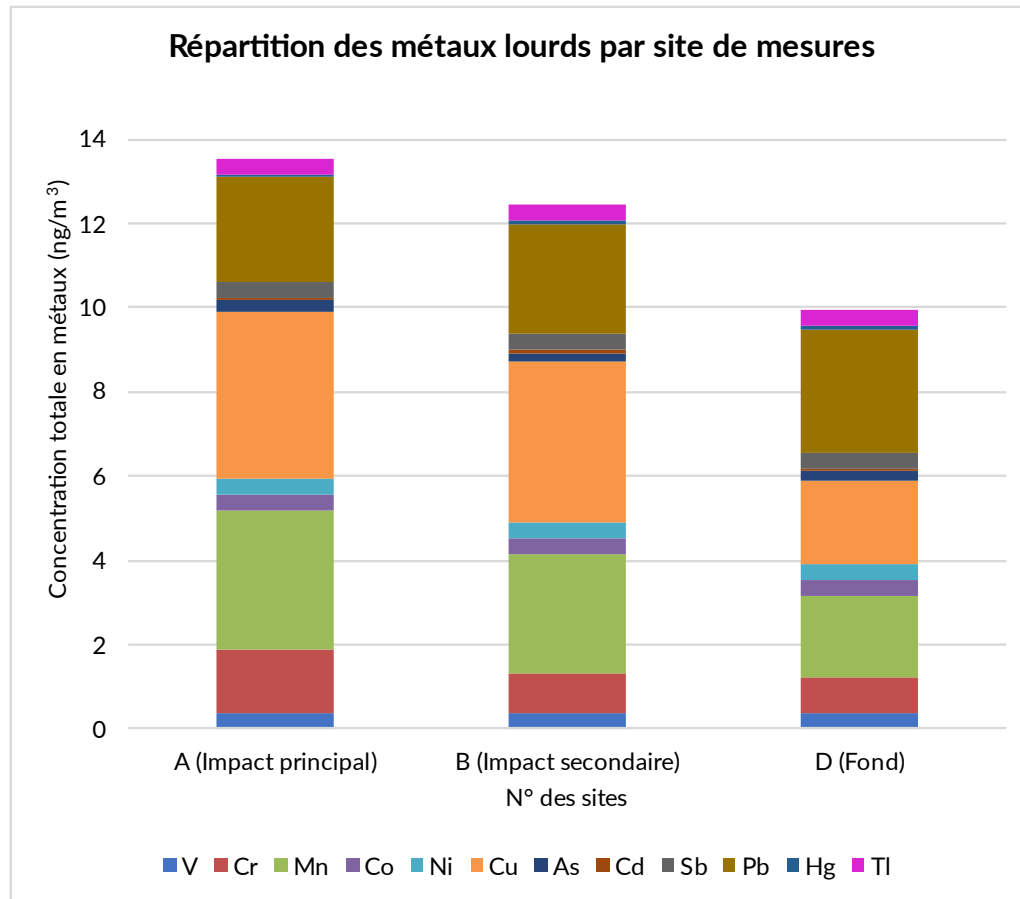


Figure 19 : Répartitions des métaux dans l'air ambiant au cours de la campagne du 1^{er} au 8 février 2023

La figure 19 présente la répartition des concentrations en métaux pour chacun des sites de mesures.

Le site A (impact principal) présente la plus grande concentration en métaux des 3 sites, suivi par le site B (impact secondaire).

Parmi les métaux mesurés, le cuivre est le métal prédominant sur les sites A et B, suivi par le manganèse et le plomb.

Pour le site D, le plomb est majoritaire, suivi par le cuivre et le manganèse.

Les proportions de plomb dans les métaux mesurés sont plus élevées dans l'air ambiant que dans les retombées atmosphériques totales.

PM₁₀ dans l'air ambiant : niveaux mesurés du 1^{er} au 8 février 2023

	Site A (Impact principal)	Site B (Impact secondaire)	Site D (Fond)
PM ₁₀ (µg/m ³)	18,9	15,9	14,9

Tableau 9 : PM₁₀ mesurés au cours de la campagne du 1^{er} au 8 février 2023

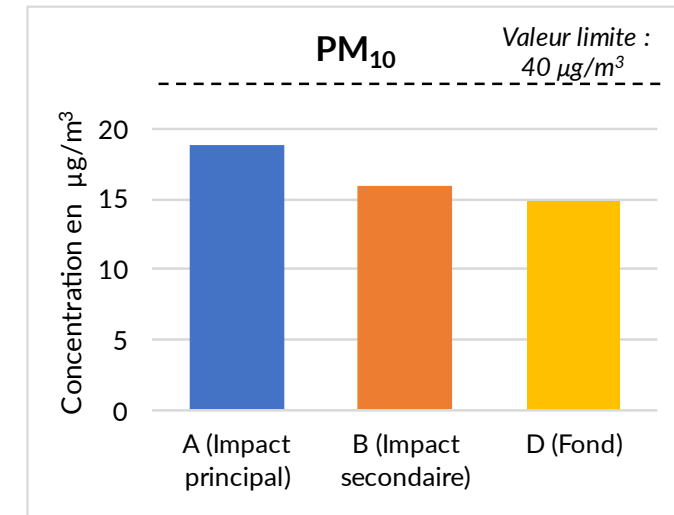


Figure 20 : PM₁₀ mesurés au cours de la campagne du 1^{er} au 8 février 2023

A titre indicatif, les PM₁₀ mesurées sur les sites A, B et D sont inférieures aux valeurs annuelles de la réglementation au cours de la période de mesures.

A titre de comparaison, sur la période de la campagne de mesures, la station urbaine de fond du réseau ATMO Grand Est de Sainte-Savine a enregistré une concentration moyenne de 15,4 µg/m³. La concentration mesurée à proximité de VALAUBIA sur le site A est ainsi supérieure à celle à St-Savine sur la semaine de mesures.

Le capteur PM₁₀ de la station Troyes la Tour est fermé depuis fin 2022.



Mesures dans les retombées atmosphériques

Concernant les **dioxines et furannes**, les niveaux enregistrés au cours de cette campagne sont typiques d'un bruit de fond selon les valeurs de l'INERIS et du BRGM. Le site A', théoriquement le plus impacté par les activités de l'UVE au cours de cette campagne de mesures, présente une concentration en quantité équivalente toxique supérieure aux autres sites, notamment en raison de la présence de 2,3,4,7,8 PeCDF.

Concernant les **métaux lourds**, les résultats de mesures du cuivre ont dû être invalidées en raison d'une non-conformité du blanc terrain. Une campagne visant à réaliser de nouveau ces mesures est prévue pour le mois de septembre 2023.

Le thallium et le mercure ont été mesurés en dessous de la limite de quantification sur l'ensemble des sites de mesures. Les teneurs de l'ensemble des métaux (hors cuivre invalide) se situent dans des gammes de valeurs typiques de bruit de fond selon l'INERIS.

Pour l'ensemble des métaux au-dessus de la limite de quantification, le site A', théoriquement le plus impacté par l'UVE, enregistre la teneur plus élevée des 5 sites. Les sites les moins impactés par l'UVE (C, D et E) sont pour certains métaux (arsenic, antimoine, plomb) proches des concentrations du site A'.



Mesures dans l'air ambiant

Concernant les **métaux lourds**, les métaux suivants ont été mesurés en dessous de la limite de quantification : cadmium, nickel, vanadium, cobalt, antimoine, thallium et mercure. Pour les métaux réglementés, les niveaux mesurés se situent bien en deçà des seuils réglementaires.

Les teneurs en arsenic, chrome, manganèse et cuivre sont plus élevées sur les sites théoriquement impactés (A et B) que sur le site de fond D.

Les **PM₁₀** présentent des concentrations inférieures aux seuils réglementaires. La concentration observée sur le site A (impact principal) est supérieure à la concentration mesurée sur la station urbaine de fond de St-Savine.

Dioxines et furannes

Environnement : Les dioxines sont des composés présentant une **grande stabilité chimique**, qui augmente avec le nombre d'atomes de chlore. Les dioxines font partie des **12 Polluants Organiques Persistants (POP)** recensés par la communauté internationale. Peu volatiles, elles sont dispersées dans l'atmosphère sous la forme de très fines particules pouvant être transportées sur de longues distances par les courants atmosphériques. **Peu solubles dans l'eau**, elles ont en revanche une **grande affinité pour les graisses**. De ce fait, elles s'accumulent dans les tissus adipeux des animaux et des humains, notamment le lait. Elles se concentrent ainsi le long de la chaîne alimentaire et peuvent atteindre des concentrations supérieures aux objectifs recommandés pour les humains, les animaux d'élevage et la faune.

Santé : Une exposition à court terme à des teneurs élevées en dioxine peut être à l'origine de lésions cutanées, chloracné et formation de taches sombres sur la peau par exemple, ainsi que d'une altération de la fonction hépatique. Une exposition prolongée peut endommager le système immunitaire, perturber le développement du système nerveux, être à la source des troubles du système endocrinien et de la fonction de reproduction. La dioxine de Seveso 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 une fœtotoxicité, des baisses de la fertilité, ainsi que des troubles endocriniens.

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

Dans la région Grand Est, les deux secteurs prépondérants des émissions de PCDD/Fs en 2019 sont l'industrie de l'énergie (34 %) et le résidentiel-tertiaire (29 %).

Annexe 1 : Effets et origine des polluants

Métaux lourds

Environnement : L'impact toxicologique des métaux lourds dépend de leur forme chimique, de leur concentration, du contexte environnemental, de la possibilité de passage dans la chaîne du vivant. Les métaux lourds sont dangereux pour l'environnement car ils ne sont pas dégradables, de plus ils sont enrichis au cours de processus minéraux et biologiques, et finissent par s'accumuler dans la nature. Les métaux lourds peuvent également être absorbés directement par le biais de la chaîne alimentaire entraînant alors des effets chroniques ou aigus.

Santé : Les effets engendrés par ces polluants sont variés et dépendent également de l'état chimique sous lequel on le rencontre (métal, oxyde, sel...) : Lésions rénales, pulmonaires, cancer de la prostate, du poumon, irritant des yeux, des bronches, œdèmes cérébraux...

On distingue en particulier trois métaux : le mercure, le plomb et le cadmium, pour lesquels d'une part on n'a pas pu mettre en évidence de rôle positif pour l'activité biologique, et qui d'autre part peuvent être à l'origine de maladies graves ; par exemple l'absorption de plomb provoque le saturnisme, particulièrement grave chez l'enfant.

Emissions : 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.

A l'échelle du Grand Est, 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 2 à 12 % des émissions selon les métaux lourds. Le secteur des transports est prépondérant pour 2 métaux : 43 % pour le plomb (usure, freins) et 87 % pour le cuivre (caténares des voies ferrées).

Annexe 1 : Effets et origine des polluants

Particules

Environnement : Les PM pénètrent profondément dans les voies respiratoires jusqu'aux bronchioles et aux alvéoles. Même à des concentrations très basses, les particules les plus fines peuvent, surtout chez l'enfant, irriter les voies respiratoires ou altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Elles sont liées aux hospitalisations et décès pour causes respiratoires et cardio-vasculaires.

Les particules en suspension sont classées comme agent cancérogène pour l'homme (groupe 1) par le Centre International de Recherche sur le Cancer depuis 2013.

Santé : Elles réduisent la visibilité, et peuvent influencer le climat en absorbant et en diffusant la lumière. A l'échelle globale, les particules ont un forçage radiatif négatif, c'est-à-dire refroidissant l'atmosphère terrestre, mais de nettes différences sont observées suivant leur composition chimique ou à des échelles plus fines.

Elles salissent et contribuent à la dégradation physique et chimique des matériaux, bâtiments et monuments.

Dans des situations extrêmes de pollution aux particules, elles peuvent s'accumuler sur les feuilles des végétaux et entraver la photosynthèse.

Emissions : Les particules sont d'origine naturelle (embruns océaniques, éruptions volcaniques, érosion éolienne des sols, feux de forêts) ou proviennent des installations de chauffage domestique et urbain, des activités industrielles (centrales électriques, usines d'incinération), des transports (notamment véhicule diesel). Elles sont également émises par les activités agricoles.

Sur la région Grand Est en 2019, les deux principaux secteurs d'activité contributeurs aux émissions de particules PM₁₀ sont l'agriculture avec les cultures (46 %) et le résidentiel/tertiaire avec la consommation d'énergie biomasse des logements (33 %).

Annexe 2 : Equivalence toxique des dioxines/furannes

Dioxines et furannes

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

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

Annexe 3 : Réglementation pour l'air ambiant



Valeurs réglementaires : issues du décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 portant application de la Directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe et reprenant pour partie des éléments définis dans la directive 2004/107/CE du parlement Européen et du Conseil du 15 décembre 2004, concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant.

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Valeurs cibles (moyennes annuelles)	Seuil information / recommandations	Seuils d'alerte	Niveaux critiques
Arsenic (As)	/	/	6 ng/m ³	/	/	/
Cadmium (Cd)	/	/	5 ng/m ³	/	/	/
Nickel (Ni)	/	/	20 ng/m ³	/	/	/
Plomb (Pb)	0,5 µg/m ³ en moyenne annuelle	0,25 µg/m ³ en moyenne annuelle	/	/	/	/
Particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM ₁₀)	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	30 µg/m ³ en moyenne annuelle	/	50 µg/m ³ en moyenne journalière	80 µg/m ³ en moyenne journalière	/
	50 µg/m ³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an					

Annexe 4 : Valeurs de référence pour les retombées atmosphériques

Il n'existe pas de niveau réglementaire dans le cadre des retombées atmosphériques.

Cependant des valeurs typiques peuvent servir de référence aux résultats de mesure, répertoriées dans le document d'accompagnement du Guide sur la surveillance dans l'air autour des installations classées (réf. INERIS-DRC-14-136338-00126A-Décembre 2014 - complément du guide) :

Niveaux de dépôts atmosphériques totaux de dioxines/furannes dioxines (BRGM, 2011)

Typologie	Dépôts atmosphériques totaux en dioxines/furannes (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 dépôts atmosphériques totaux de dioxines/furannes (INERIS, 2012)

Typologie	Dépôts totaux en dioxines/furannes (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

Annexe 4 : Valeurs de référence pour les retombées atmosphériques

Niveaux moyens de dépôts atmosphériques de métaux lourds en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$ mesurés lors d'une étude INERIS en France (1991-2012)

Typologie	Dépôts atmosphériques totaux en métaux ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)							
	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

Valeurs limites allemandes dans les dépôts atmosphériques

	Valeur limite TA LUFT 2002 ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)
Ni	15
As	4
Cd	2
Pb	100
Hg	1

Il existe également des valeurs limites allemandes extraites de la TA LUFT 2002 auxquelles peuvent être comparés les résultats obtenus pour certains métaux, à titre indicatif

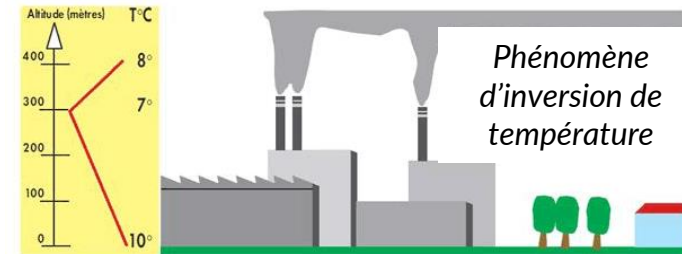
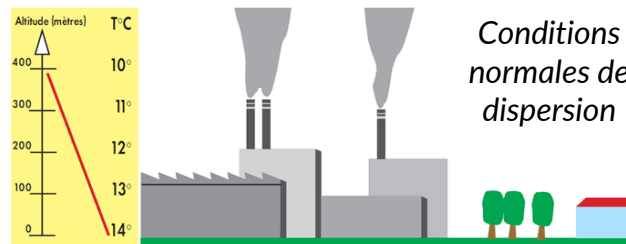
Annexe 5 : Rôle de certains paramètres météorologiques sur la qualité de l'air

Paramètres

Rôles des conditions météorologiques dans la formation et dispersion des polluants de l'air

La température agit sur la chimie et les émissions des polluants : le froid diminue la volatilité de certains gaz, peut favoriser la stagnation des gaz issus des rejets d'échappement des véhicules, des installations de chauffage (dispersion limitée) etc... Les températures froides jouent sur l'augmentation des émissions liées au chauffage, tandis que les fortes températures favorisent les transformations photochimiques des polluants.

Température



Précipitations



Lors de précipitations, les gouttes de pluies captent les polluants gazeux et particulaires, favorisant ainsi le lessivage des masses d'air et une dilution des polluants dans l'air. Dans le cas des mesures des retombées atmosphériques, les pluies situées au-dessus des sites de mesure favorisent également ponctuellement l'entraînement des polluants dans les jauges.

Direction et vitesse du vent



Le vent est un paramètre météorologique essentiel et 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 contribuera à l'accumulation de polluants près des sources et inversement.

Annexe 6 : Définition des typologies hypothétiques des sites de mesures au cours d'une campagne

- **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/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

Remarque sur les vitesses des vents et le transport des polluants :

Selon le guide de l'INERIS de la surveillance de l'air autour des installations classées (Décembre 2021), lorsque les vents sont de vitesse supérieure ou égale à 1,5 m/s, le transport est considéré comme le moteur principal de la dispersion des polluants. Lorsque les vents sont de vitesse inférieure à 1,5 m/s, la diffusion domine sur la dispersion, les polluants sont ainsi propagés de façon omnidirectionnelle autour de la source.

A noter néanmoins 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, entre autres, de la vitesse et la fréquence des vents, des précipitations, et des caractéristiques physiques des polluants.



AtMO

GRAND EST

Metz - Nancy - Reims - Strasbourg

Air • Climat • Energie • Santé

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

Tél : 03.69.24.73.73 – contact@atmo-grandest.eu

Siret 822 734 307 000 17 – APE 7120 B

Association agréée de surveillance de la qualité de l'air