



Surveillance des retombées particulaires

Dioxines et furanes
Métaux lourds

Campagne de
surveillance 2021 à
Saran (Loiret)

Décembre 2021

Lig'Air

Surveillance de la qualité de l'air
en région Centre-Val de Loire

AVERTISSEMENT

Les informations contenues dans ce rapport traduisent la mesure d'un ensemble d'éléments en un instant donné caractérisé par des conditions climatiques propres.

Toute utilisation en tout ou partie de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à Lig'Air.

Lig'Air ne saurait être tenue pour responsable des évènements pouvant résulter de l'interprétation et/ou l'utilisation des informations faites par un tiers.

TABLE DES MATIÈRES

AVERTISSEMENT	2
TABLE DES MATIÈRES.....	3
TABLE DES FIGURES	4
TABLE DES TABLEAUX.....	5
GLOSSAIRE.....	6
I. Cadre de l'étude	8
II. Localisation des sites de mesures	9
A. Prélèvement des dioxines et furanes	9
B. Prélèvement des métaux lourds	10
C. Période de prélèvements	11
III. Conditions météorologiques	11
IV. Résultats globaux	14
A. Dioxines et Furanes	14
a) Concentration moléculaire	14
b) Equivalent toxique	16
c) Comparaison aux résultats des précédentes campagnes	17
B. Métaux Lourds	17
a) Métaux lourds dans les retombées atmosphériques	17
b) Métaux lourds dans les particules en suspension PM ₁₀	20
V. Conclusions	22
VI. Bibliographie.....	23
VII. Annexes.....	24
ANNEXE 1 – LOCALISATION DES SITES DE PRELEVEMENT	24
a) Site N1 – Ferme de Saint Aignan	24
b) Site N2 – Château d'eau de Chevilly	24
c) Site S1 – Parc d'activités Ormes Saran	25
d) Site S2 – Espaces verts des services techniques d'Ingré	25
ANNEXE 2 – ANALYSES DE CONDITIONS METEOROLOGIQUES 2005-2021	26
ANNEXE 3 – LES DIOXINES ET FURANES : GENERALITES	27
Définitions	27
Sources d'émissions	28
Conséquences sur la santé	28
Réglementation	29
ANNEXE 4 – Evolutions de 2005 à 2021 des dioxines et furanes dans les retombées atmosphériques	31
ANNEXE 5 – Evolutions de 2008 à 2021 des métaux lourds dans les retombées atmosphériques et dans l'air ambiant	32
ANNEXE 6 – RAPPORTS D'ANALYSE DES DIOXINES ET FURANES	34
ANNEXE 7 – RAPPORTS D'ANALYSE DES METAUX LOURDS	39

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1 : EMBLACEMENT DES SITES DE MESURE DES RETOMBÉES DE L'UTOM EN DIOXINES ET FURANES	9
FIGURE 2 : PRELEVEUR PASSIF DE TYPE JAUGE OWEN SUR TREPIED	10
FIGURE 3 : EMBLACEMENT DES SITES POUR LA MESURE DES METAUX LOURDS AUTOUR DE L'UTOM	10
FIGURE 4 : ROSES DES VENTS DU 2 SEPTEMBRE AU 4 NOVEMBRE 2021 (SOURCE METEO FRANCE).....	12
FIGURE 5 : HISTOGRAMMES DE REPARTITION DES VITESSES (EN HAUT) ET DIRECTION DE VENT (EN BAS).....	12
FIGURE 6 : HAUTEUR ET DUREE DES PRECIPITATIONS DU 2 SEPTEMBRE AU 4 NOVEMBRE 2021 (SOURCE METEO FRANCE)	13
FIGURE 7 : ROSE DES HAUTEURS DE PRECIPITATIONS EN MM DU 2 SEPTEMBRE AU 4 NOVEMBRE 2021 (SOURCE METEO FRANCE)	14
FIGURE 8 : EVOLUTION DES CUMULS DE PRECIPITATIONS AU COURS DES CAMPAGNES DE MESURES DEPUIS 2015	14
FIGURE 9 : CONCENTRATIONS DES DIFFERENTS CONGENERES MESURES DU 2 SEPTEMBRE AU 4 NOVEMBRE 2021 EN PG/(JOUR.M ²)	16
FIGURE 10 : COMPARAISON DES EQUIVALENTS TOXIQUES (EN PG I-TEQ MIN/(JOUR.M ²) OBTENUS LORS DES CAMPAGNES DE 2015 A 2021	17
FIGURE 11 : CONCENTRATIONS DES DIFFERENTS METAUX LOURDS DANS LES RETOMBÉES ATMOSPHERIQUES SUR LES SITES S1 ET N1 DU 2 SEPTEMBRE AU 4 NOVEMBRE 2021	18
FIGURE 12 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS LES RETOMBÉES PARTICULAIRES EN µG/(JOUR.M ²) POUR LES CAMPAGNES DE 2015 A 2021 SUR LE SITE N1	19
FIGURE 13 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS LES RETOMBÉES PARTICULAIRES EN µG/(JOUR.M ²) POUR LES CAMPAGNES DE 2015 A 2021 SUR LE SITE S1.....	20
FIGURE 14 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS L'AIR AMBIANT DU 6 SEPTEMBRE AU 31 OCTOBRE 2021 EN NG/M ³ ..	21
FIGURE 15 : EVOLUTION DES MOYENNES DES CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS L'AIR AMBIANT DE 2015 A 2021 EN NG/M ³	21
FIGURE 16 : EVOLUTION DES CUMULS DE PRECIPITATIONS AU COURS DES CAMPAGNES DE MESURES DEPUIS 2005	26
FIGURE 17 : REPRESENTATION DES MOLECULES PCDD (A GAUCHE) ET PCDF (A DROITE).....	27
FIGURE 18 : REPRESENTATION DU CONGENERE LE PLUS TOXIQUE : 2,3,7,8-TETRACHLORODIBENZODIOXINE (TCDD) OU LA DIOXINE DE SEVESO	27
FIGURE 19 : CALCUL DE L'I-TEQ.	28
FIGURE 20 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN DIOXINES ET FURANES LE LONG DE LA CHAINE ALIMENTAIRE	29
FIGURE 21 : EQUIVALENTS TOXIQUES MESURES EN FRANCE DE 2006 A 2010 DANS LES RETOMBÉES ATMOSPHERIQUES (SOURCE : AASQA)	30
FIGURE 22 : COMPARAISON DES EQUIVALENTS TOXIQUES (EN PG I-TEQ MIN/(JOUR.M ²) OBTENUS LORS DES CAMPAGNES DE 2005 A 2021.....	31

TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : LOCALISATION DES SITES DE PRELEVEMENT POUR LA CAMPAGNE 2021.....	10
TABLEAU 2 : FREQUENCE D'APPARITION DES VENTS EN % DU 2 SEPTEMBRE AU 4 NOVEMBRE 2021.....	11
TABLEAU 3 : TAUX D'EXPOSITION DES 4 SITES DE MESURES A L'UTOM DE SARAN.....	13
TABLEAU 4 : CONCENTRATIONS DES 17 CONGENERES LES PLUS TOXIQUES (PG/(JOUR.M ²)) DU 2 SEPTEMBRE AU 4 NOVEMBRE 2021 AUTOUR DE L'INCINERATEUR DE SARAN.....	15
TABLEAU 5 : EQUIVALENTS TOXIQUES MINIMA PAR CONGENERE ET PAR SITE OBSERVES AUTOUR DE L'UTOM DE SARAN DU 2 SEPTEMBRE AU 4 NOVEMBRE 2021 (EN PG I-TEQ MIN/(JOUR.M ²)).....	16
TABLEAU 6 : COMPARAISON DES EQUIVALENTS TOXIQUES (EN PG I-TEQ MIN/(JOUR.M ²)) OBTENUS LORS DES CAMPAGNES DE 2015 A 2021.....	17
TABLEAU 7 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS LES RETOMBES PARTICULAIRES EN µG/(JOUR.M ²) POUR LES CAMPAGNES DE SURVEILLANCES DE 2015 A 2021 SUR LE SITE N1.....	18
TABLEAU 8 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS LES RETOMBES PARTICULAIRES EN µG/(JOUR.M ²) POUR LES CAMPAGNES DE SURVEILLANCES DE 2015 A 2021 SUR LE SITE S1.....	19
TABLEAU 9 : VALEURS NORMATIVES POUR LES METAUX LOURDS DANS LES PARTICULES EN SUSPENSION.....	20
TABLEAU 10 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS LES PARTICULES EN SUSPENSION SUR LE SITE DU CHATEAU DE L'ÉTANG A SARAN (EN NG/M ³).....	20
TABLEAU 11 : FACTEURS INTERNATIONAUX D'EQUIVALENT TOXIQUE POUR LES 17 CONGENERES TOXIQUES.....	28
TABLEAU 12 : COMPARAISON DES EQUIVALENTS TOXIQUES (EN PG I-TEQ/(JOUR.M ²)) OBTENUS LORS DES CAMPAGNES DE 2005 A 2021.....	31
TABLEAU 13 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS LES RETOMBES PARTICULAIRES EN µG/(JOUR.M ²) POUR LES CAMPAGNES DE SURVEILLANCES DE 2008 A 2021 SUR LE SITE N1.....	32
TABLEAU 14 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS LES RETOMBES PARTICULAIRES EN µG/(JOUR.M ²) POUR LES CAMPAGNES DE SURVEILLANCES DE 2008 A 2021 SUR LE SITE S1.....	32

GLOSSAIRE

Dioxines et furanes :

- PCDD
 - 2,3,7,8 TCDD
 - 1,2,3,7,8 PeCDD
 - 1,2,3,4,7,8 HxCDD
 - 1,2,3,6,7,8 HxCDD
 - 1,2,3,7,8,9 HxCDD
 - 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD
 - OCDD
 - PCDF
 - 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
- Polychlorodibenzodioxines
2,3,7,8 TétraChloroDibenzoDioxine
1,2,3,7,8 PentaChloroDibenzoDioxine
1,2,3,4,7,8 HexaChloroDibenzoDioxine
1,2,3,6,7,8 HexaChloroDibenzoDioxine
1,2,3,7,8,9 HexaChloroDibenzoDioxine
1,2,3,4,6,7,8 HeptaChloroDibenzoDioxine
OctoChloroDibenzoDioxine
- Polychlorodibenzofuranes
2,3,7,8 TétraChloroDibenzoFurane
1,2,3,7,8 PentaChloroDibenzoFurane
2,3,4,7,8 PentaChloroDibenzoFurane
1,2,3,4,7,8 HexaChloroDibenzoFurane
1,2,3,6,7,8 HexaChloroDibenzoFurane
2,3,4,6,7,8 HexaChloroDibenzoFurane
1,2,3,7,8,9 HexaChloroDibenzoFurane
1,2,3,4,6,7,8 HeptaChloroDibenzoFurane
1,2,3,4,7,8,9 HeptaChloroDibenzoFurane
OctoChloroDibenzoFurane

Métaux lourds :

- Cr
 - Mn
 - Ni
 - Cu
 - Zn
 - As
 - Cd
 - Sn
 - Tl
 - Pb
 - Hg
- Chrome
Manganèse
Nickel
Cuivre
Zinc
Arsenic
Cadmium
Etain
Thallium
Plomb
Mercure

Unités :

- pg
 - I-TEQ
 - pg I-TEQ/[jour.m²]
 - ng/m³
 - µg/[jour.m²]
 - ng/[jour.m²]
 - TEF
- picogramme (10⁻¹² gramme)
Indicateur équivalent toxique
équivalents toxiques en picogramme par mètre carré et par jour
nanogramme par mètre cube
microgramme par mètre carré et par jour
nanogramme par mètre carré et par jour
Toxic Equivalent Factor

Abréviations :

- UTOM Unité de Traitement des Ordures Ménagères
- CIRC Centre International de Recherche contre le Cancer
- OMS Organisation Mondiale pour la Santé / World Health Organization
- OTAN Organisation du Traité de l'Atlantique Nord / North Atlantic Treaty Organization
- INERIS Institut National de l'Environnement industriel et des RISques

I. Cadre de l'étude

Le présent rapport regroupe les résultats de la campagne de mesures des dioxines et furanes et des métaux lourds à proximité de l'Unité de Traitement des Ordures Ménagères (UTOM) de l'Agglomération Orléanaise située sur la commune de Saran (Loiret).

Cette campagne de mesures rentre dans le cadre du programme de surveillance annuelle des retombées atmosphériques établi en 2004 [1]. Elle a été conduite du 2 septembre au 4 novembre 2021.

Suite à l'article 30 de l'Arrêté du 20 septembre 2002, relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux, Lig'Air a été sollicitée par la société ORVADE (TRISALID à partir de 2020) en 2004, pour établir un programme de surveillance annuelle des retombées particulières atmosphériques en dioxines/furanes et métaux lourds, engendrées par l'exploitation de l'Unité de Traitement des Ordures Ménagères (UTOM) de l'Agglomération Orléanaise située sur la commune de Saran (Loiret).

Les résultats présentés dans cette étude sont propres à la période d'étude et aux sites sur lesquels ils ont été obtenus. Ils ne peuvent pas être représentatifs des niveaux annuels ni être extrapolés à la commune sur laquelle le site de mesure est localisé.

II. Localisation des sites de mesures

Le choix des sites de mesures a été déterminé à la suite de l'étude préliminaire réalisée en 2004 [2]. Chaque année, les prélèvements des retombées atmosphériques sont réalisés sur 4 sites alignés suivant le sens des vents dominants (NE/SO). Un cinquième site est dédié au prélèvement et à l'analyse des métaux lourds dans l'air ambiant.

A. Prélèvement des dioxines et furanes

Les prélèvements des dioxines et furanes sont réalisés sur 4 sites¹ localisés au nord-est (N1 et N2) et au sud-ouest (S1 et S2) de l'incinérateur.

Les sites N1 et S1 sont placés à environ 1 km de l'UTOM. Les sites N2 et S2 sont, quant à eux, installés à environ 4 km. Leur localisation spatiale par rapport à l'UTOM ainsi que leurs coordonnées figurent respectivement sur la figure 1 et dans le tableau 1. Le secteur d'influence de l'incinérateur complète ce tableau. Il indique les directions des vents pour lesquelles les sites peuvent être sous l'impact de l'unité de traitement des ordures ménagères. La zone d'exposition d'un point est limitée à + ou - 45° afin de prendre en compte toutes les situations météorologiques possibles.

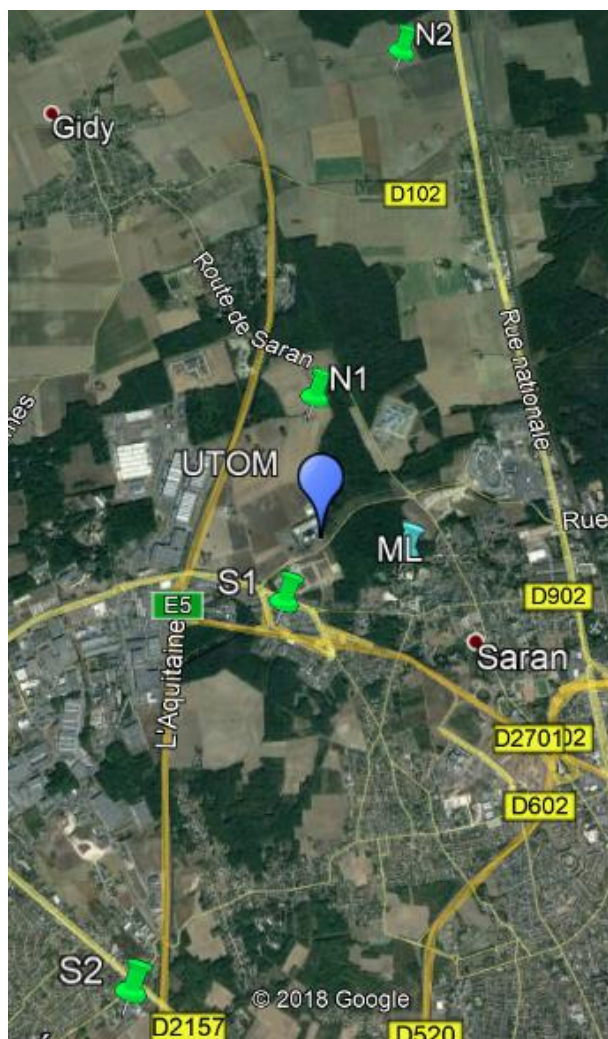


Figure 1 : Emplacement des sites de mesure des retombées de l'UTOM en dioxines et furanes (Source : Google Earth)

¹ cf. Annexe 1 : Localisation des sites

Référence	Nom du site	Coordonnées GPS	Secteur d'influence de l'UTOM (+/-45°)	Distance à la chaufferie (en m)
	UTOM (Saran)	N 47,95608 E 1,864478	-	-
N1	Ferme Saint-Aignan (route de Gidy)	N 47,96523 E 1,86303	175 °	1 000 m
N2	Château d'eau (rue du château d'eau, Chevilly)	N 47,99525 E 1,87325	190 °	4 400 m
S1	Parc d'activités d'Ormes-Saran (Rue F. Perrin, Saran)	N 47,94951 E 1,85987	25 °	785 m
S2	Espaces verts des services techniques (Rue de la Driotte, Ingré)	N 47,92299 E 1,84529	20 °	3 900 m

Tableau 1 : Localisation des sites de prélèvement pour la campagne 2021

Le prélèvement des dioxines et furanes s'effectue par échantillonnage passif à l'aide de collecteurs de retombées de type Jauges Owen. Ces collecteurs sont composés d'un entonnoir surmontant un récipient de collecte d'une capacité de 20 litres. L'ensemble est monté sur trépied (figure 2).



Figure 2 : Prélèveur passif de type Jauge Owen sur trépied

Les jauges initialement conditionnées en laboratoire, ont été envoyées, après prélèvement, au laboratoire Micropolluants Technologie SA (accrédité COFRAC pour l'analyse des dioxines et furanes). L'analyse est effectuée par HRGC/HRMS à haute résolution (chromatographie en phase gazeuse / spectrométrie de masse).

B. Prélèvement des métaux lourds

Les métaux lourds sont mesurés dans les retombées particulaires ainsi que dans les particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm (PM₁₀).

Le prélèvement des métaux dans les retombées particulaires est réalisé à l'aide de Jauges Owen. Pour cela, les sites N1 et S1 ont chacun été équipés d'un deuxième collecteur destiné au prélèvement et à l'analyse des métaux lourds. Ces jauges ont été mises en place au même moment que celles destinées au prélèvement des dioxines et furanes.

L'échantillonnage des particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm (PM₁₀) destiné à l'analyse des métaux lourds a été réalisé à l'aide d'un préleveur actif d'un débit de 1 m³/h. Les

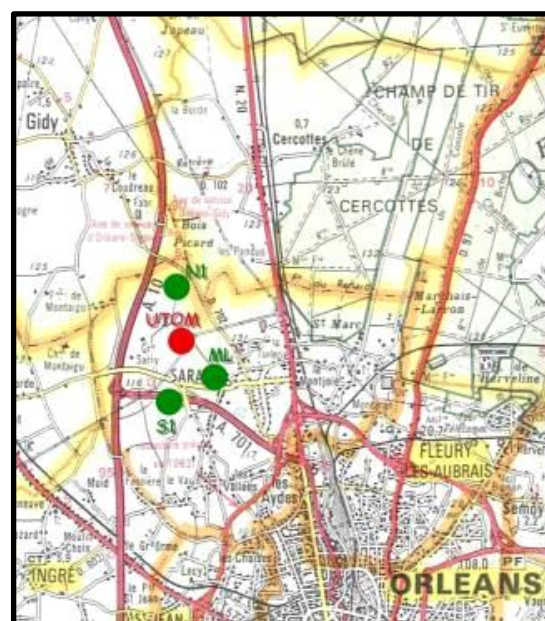


Figure 3 : Emplacement des sites pour la mesure des métaux lourds autour de l'UTOM

prélèvements sont effectués de manière hebdomadaire (un prélèvement en continu par semaine).

Le préleveur a été installé sur le site du Château de l'Etang à Saran (site ML sur la figure 3).

L'emplacement des trois sites retenus pour l'analyse des métaux lourds est indiqué sur la figure 3.

L'analyse se fait par ICP/MS (ionisation par plasma couplée à une détection par spectrométrie de masse).

C. Période de prélèvements

Le plan de surveillance proposé lors de la précampagne 2004 et validé lors de la campagne 2005 [3], consiste à effectuer une campagne de mesure par an. L'échantillonnage est réalisé sur une période de deux mois, glissante d'une année à l'autre, afin de caractériser les retombées atmosphériques suivant différentes conditions météorologiques et prendre ainsi en compte l'effet de la saisonnalité sur les niveaux de ces polluants.

La campagne 2021 a été réalisée du 2 septembre au 4 novembre 2021. Plus précisément, les jauges pour la mesure des dioxines et furanes ainsi que les métaux lourds dans les retombées atmosphériques ont été exposées du 2 septembre au 4 novembre 2021. Les mesures de métaux lourds dans l'air ambiant ont été réalisées du 6 septembre au 31 octobre 2021.

III. Conditions météorologiques

Les données météorologiques utilisées dans ce rapport sont issues de la station Bricy de Météo -France basée à environ 7 km au Nord-Ouest de l'UTOM.

Les vents majoritaires de cette période de prélèvement étaient de secteurs sud-ouest (40%) et nord nord-est (31%) (figures 4 et 5 et tableau 2). Le mois de septembre a été chaud, et légèrement excédentaire en pluviométrie obtenu avec quelques journées très pluvieuses (6^{ème} mois de septembre le plus chaud depuis l'après-guerre (source « bulletin climatologique mensuel de Météo-France »)). Le mois d'octobre a été très ensoleillé proche du record pour un mois d'octobre et sec marqué toutefois par le passage venteux de la tempête « Aurore » les 20 et 21 octobre 2021.

Orientation	Vents faibles	Vents forts	Tous vents confondus
N	9,4 %	1,9 %	11,3 %
NE	13,7 %	5,4 %	19,2 %
E	7,8 %	2,4 %	10,3 %
SE	4,0 %	1,3 %	5,3 %
S	12,3 %	11,1 %	23,3 %
SO	5,0 %	11,9 %	16,8 %
O	4,2 %	4,2 %	8,4 %
NO	3,4 %	2,0 %	5,4 %

Tableau 2 : Fréquence d'apparition des vents en % du 2 septembre au 4 novembre 2021

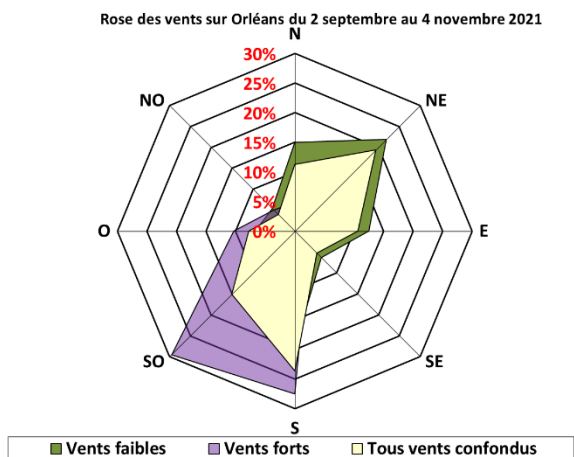


Figure 4 : Roses des vents du 2 septembre au 4 novembre 2021 (Source Météo France)

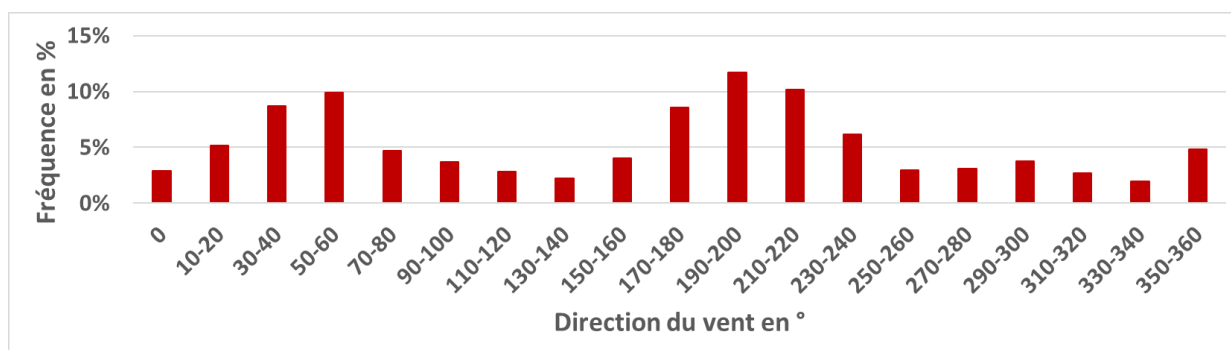
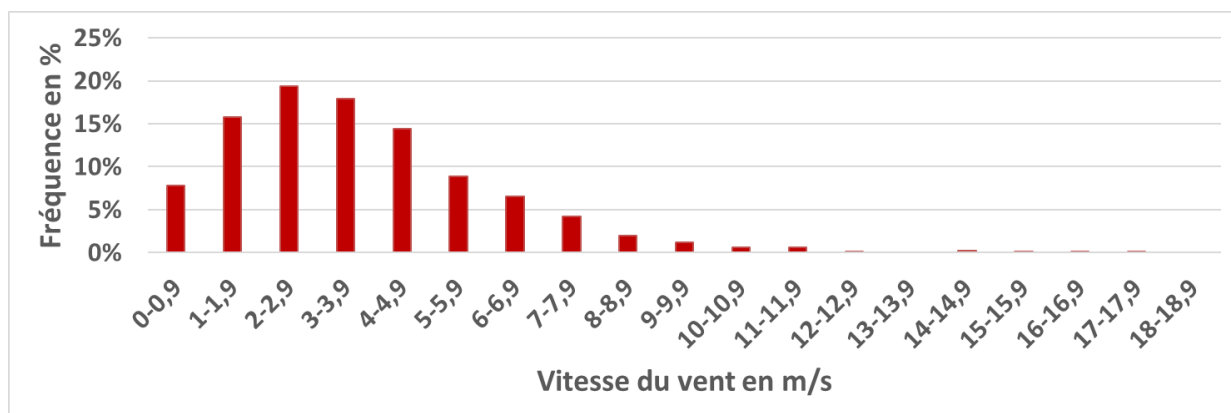
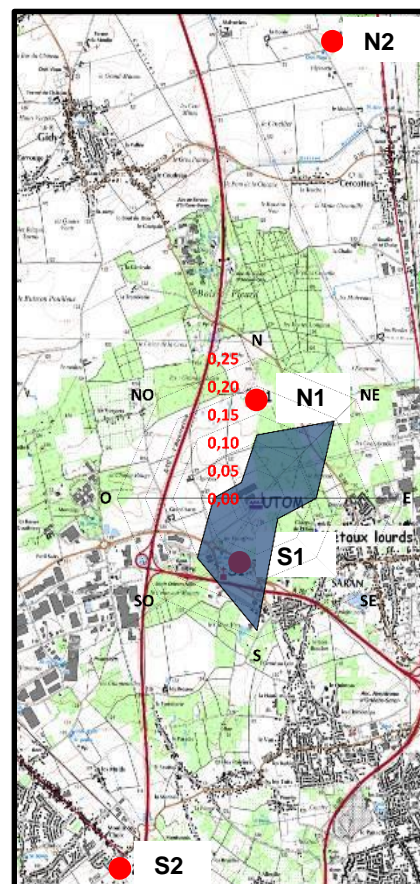


Figure 5 : Histogrammes de répartition des vitesses (en haut) et direction de vent (en bas)

Les vents ont été majoritairement faibles (c'est-à-dire inférieurs à 4 m/s représentant 62 % de temps sur la durée de la campagne). Les vents étaient en grande partie orientés aux secteurs Sud-Ouest et Nord-Nord-Est.

Dans le tableau 3, sont détaillés les taux d'exposition des différents sites de mesures par rapport à l'UTOM :

Sites	Du 2 septembre au 4 novembre 2021
N1	8,1%
N2	5,8%
S1	14,6%
S2	11,2%

Tableau 3 : taux d'exposition des 4 sites de mesures à l'UTOM de Saran

Les jauges implantées sur les sites S1 et S2 sont celles qui ont été le plus souvent exposées aux vents en provenance de l'incinérateur. Les sites N1 et N2 ont été moyennement exposés aux vents provenant de l'UTOM de Saran.

En cumul sur la période d'étude, 165 mm de cumul de pluies ont été comptabilisés toutes directions de vents confondues (figure 6). Ces précipitations se sont concentrées principalement du 14 au 19 septembre 2021. En effet, la journée du 19 septembre 2021 a été très pluvieuse représentant à elle seule plus de 27% des précipitations et 13,4 % de la durée totale de précipitation de la période de mesure. Dans une moindre mesure, la journée du 14 septembre a reçu 17,3 mm ce qui représente 10,5 % des précipitation et 5,4 % de la durée totale de précipitation de la période de mesure.

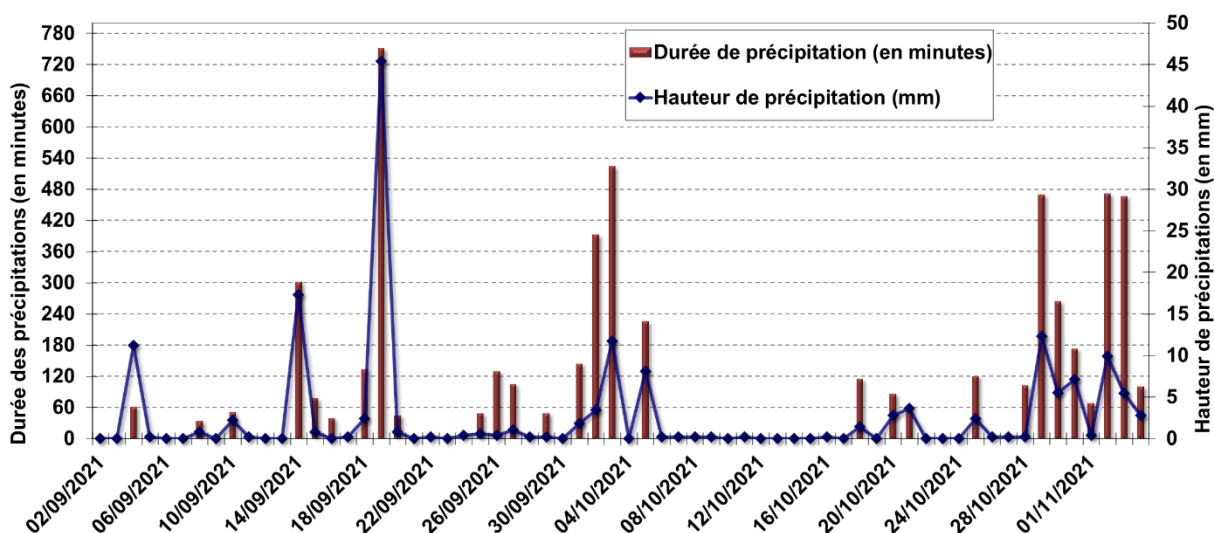


Figure 6 : Hauteur et durée des précipitations du 2 septembre au 4 novembre 2021 (Source Météo France)

Les pluies ont été associées à des masses d'air principalement orientées au secteur Sud-Ouest (figure 7).

Rose des précipitations sur Orléans du 2 septembre au 4 novembre 2021

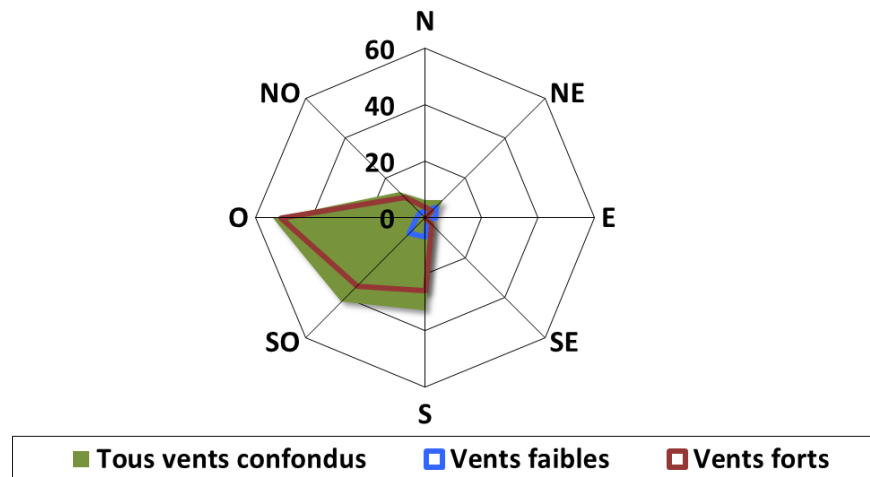


Figure 7 : Rose des hauteurs de précipitations en mm du 2 septembre au 4 novembre 2021 (Source Météo France)

Le cumul des pluies enregistré lors de la période d'étude (figure 8) est le plus fort depuis 2015 et même depuis le début des mesures en 2005 comme le montre la figure 16 en annexe 2.

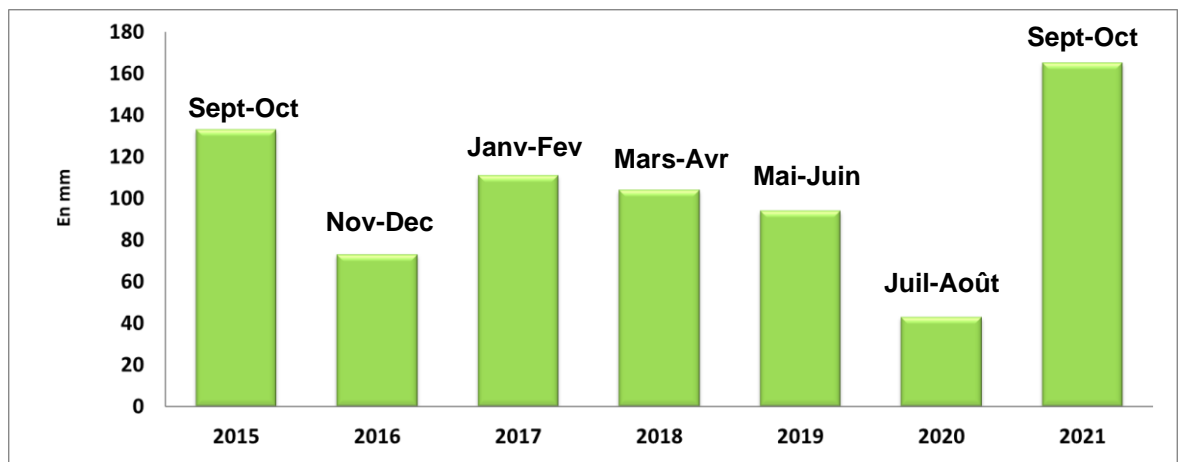


Figure 8 : Evolution des cumuls de précipitations au cours des campagnes de mesures depuis 2015

IV. Résultats globaux

A. Dioxines et Furanés²

a) Concentration moléculaire

Les rapports d'analyses fournis par le laboratoire Micropolluants Technologie SA sont présentés en annexe 6 Ils fournissent les niveaux quantifiés en picogramme par échantillon. Les concentrations en pg/(jour.m²) sont calculées à partir de ces résultats, de la surface de collectage des jauges et en fonction du temps d'exposition. Le tableau 4 présente les concentrations de chaque congénère par site ainsi obtenues. Dans ce tableau, la colonne

² cf. Annexe 2 : Les dioxines et furanes – Généralités

du site N2 est grisée car à la suite d'un incident technique (jauge retrouvée cassée en novembre), le prélèvement du site N2 a été invalidé et aucun résultat n'a pu être obtenu. La dernière colonne fournit les niveaux des congénères dans le blanc terrain.

Les indications « <LQ » correspondent aux concentrations des congénères inférieures à la limite de quantification. Les valeurs supérieures aux limites de quantification, donc exploitables, sont indiquées en gras.

Congénères	N1	N2	S1	S2	Blanc terrain
2,3,7,8 TCDD	< LQ		< LQ	< LQ	< LQ
1,2,3,7,8 PeCDD	< LQ		< LQ	< LQ	< LQ
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< LQ		< LQ	< LQ	< LQ
1,2,3,6,7,8 HxCDD	< LQ		0,3	< LQ	< LQ
1,2,3,7,8,9 HxCDD	< LQ		< LQ	< LQ	< LQ
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	1,7		2,4	2,0	< LQ
OCDD	4,4		6,3	4,4	< LQ
2,3,7,8 TCDF	0,3		< LQ	0,2	< LQ
1,2,3,7,8 PeCDF	< LQ		< LQ	< LQ	< LQ
2,3,4,7,8 PeCDF	0,4		< LQ	< LQ	< LQ
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< LQ		< LQ	0,3	< LQ
1,2,3,6,7,8 HxCDF	< LQ		< LQ	< LQ	< LQ
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,3		0,3	0,3	< LQ
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< LQ		< LQ	< LQ	< LQ
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,8		2,3	0,6	< LQ
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< LQ		< LQ	< LQ	< LQ
OCDF	0,7		0,9	0,5	< LQ

Les concentrations sont exprimées en picogramme par jour par m².

Tableau 4 : Concentrations des 17 congénères les plus toxiques (pg/(jour.m²)) du 2 septembre au 4 novembre 2021 autour de l'incinérateur de Saran

L'analyse du blanc de terrain indique l'absence de dioxine et furane.

Sur les 17 molécules recherchées, 8 ont été quantifiées sur au moins un des sites. Les sites N1 et S2 ont enregistré la plus grande variété de substances (avec la présence de 7 substances) devant le site S1 (avec 6 substances).

Parmi les trois congénères les plus toxiques, c'est-à-dire dont le coefficient de toxicité (TEF OTAN) est supérieur à 0,5 (le 2,3,7,8 TetraChloroDibenzoDioxine [dioxine de Seveso], le 2,3,4,7,8 PentaChloroDibenzoFurane et 1,2,3,7,8 PentaChloroDibenzoDioxine) seul le 2,3,4,7,8 PentaChloroDibenzoFurane est présent avec une concentration de 0,4 pg/(jour.m²) uniquement sur le site N1. Au contraire, 5 congénères (1,2,3,4,6,7,8 HeptaChloroDibenzoDioxine, OCDD, 2,3,4,6,7,8 HexaChloroDibenzoFurane, 1,2,3,4,6,7,8 HeptaChloroDibenzoFurane, OctoChloroDibenzoFurane) ont été quantifiés sur l'ensemble des sites.

Comme le montre la figure 9, la famille des dioxines est prépondérante sur l'ensemble des sites surveillés du point de vue quantitatif. L'OctoChloroDibenzoDioxine (OCDD) est le composé dont les concentrations ont été les plus élevées, tous sites confondus avec une concentration maximale de 6,3 pg/(jour.m²) sur le site S1, puis avec une concentration de 4,4 pg/(jour.m²) pour les 2 autres sites (N1 et S2). La seconde dioxine la plus représentée dans les retombées est le 1,2,3,4,6,7,8 HeptaChloroDibenzoDioxine avec une concentration sur le site S1 de 2,4 pg/(jour.m²) allant de 1,7 à 2,4 pg/(jour.m²) pour l'ensemble des sites.

Parmi les furanes, le 2,3,4,6,7,8 HexaChloroDibenzoFurane, le 1,2,3,4,6,7,8 HeptaChloroDibenzoFurane et l'OctoChloroDibenzoFurane ont été quantifiés sur les trois sites.

La concentration la plus élevée en furane (2,3 pg/(jour.m²)) a été obtenue avec le 1,2,3,4,6,7,8 HeptaChloroDibenzoFurane sur le site S1. Les autres congénères présentent, quant à eux,

des concentrations soit inférieures à 1 pg/(jour.m²), soit inférieures à la limite de quantification. A noter que tous les sites ont eu à minima la quantification de 3 congénères atteignant 5 sur les sites N1 et S1.

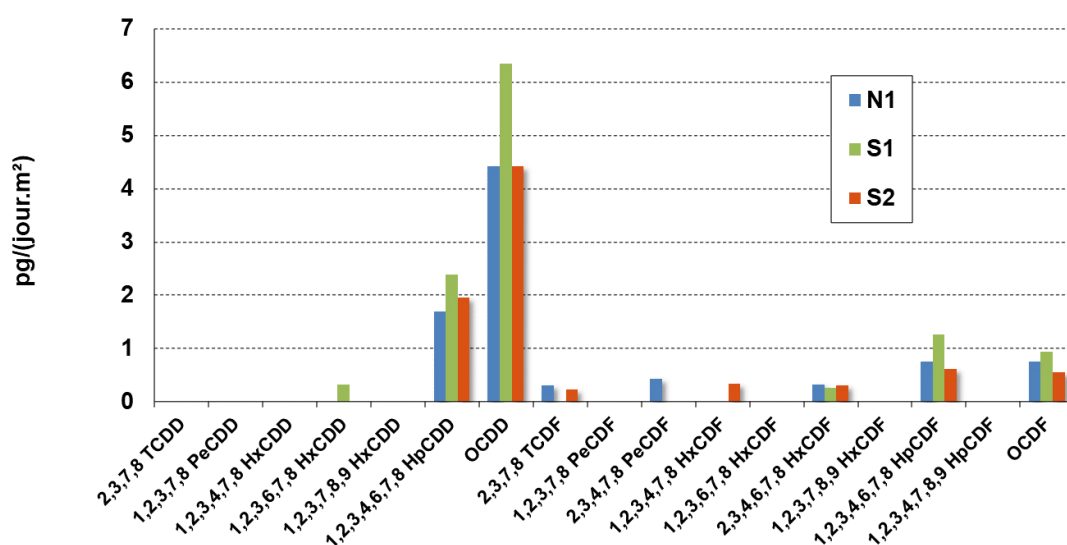


Figure 9 : Concentrations des différents congénères mesurés du 2 septembre au 4 novembre 2021 en pg/(jour.m²)

b) Equivalent toxique

Le tableau 5 présente les équivalents toxiques (I-TEQ_{TAN}) en picogramme ramenés à l'unité de surface (m²) et par jour (Annexe 3 pour la définition de l'I-TEQ). Ils représentent le minimum de l'équivalent toxique observé par site (les concentrations des congénères non quantifiées sont considérées nulles).

Congénères	N1	N2	S1	S2
2,3,7,8 TCDD				
1,2,3,7,8 PeCDD				
1,2,3,4,7,8 HxCDD				
1,2,3,6,7,8 HxCDD			0,032	
1,2,3,7,8,9 HxCDD				
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0,017		0,024	0,02
OCDD	0,004		0,006	0,004
2,3,7,8 TCDF	0,030			0,022
1,2,3,7,8 PeCDF				
2,3,4,7,8 PeCDF	0,218			
1,2,3,4,7,8 HxCDF				0,033
1,2,3,6,7,8 HxCDF				
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,031		0,026	0,003
1,2,3,7,8,9 HxCDF				
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,008		0,013	0,006
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF				
OCDF	0,001		0,001	0,001
Total	0,31		0,1	0,12

Tableau 5 : Equivalents toxiques minima par congénère et par site observés autour de l'UTOM de Saran du 2 septembre au 4 novembre 2021 (en pg I-TEQ min/(jour.m²))

L'équivalent toxique cumulé le plus élevé est observé sur le site N1 avec 0,31 pg I-TEQ min/(jour.m²) suivi par le site S2 avec 0,12 pg I-TEQ min/(jour.m²). Le site S1 a un équivalent

toxique légèrement plus faible à 0,1 pg I-TEQ min/(jour.m²). Sur le site N2, le congénère **2,3,4,7,8 PeCDF** contribue à près de 70% de l'équivalent toxique de ce site.

Les équivalents toxiques calculés sont très faibles et comparables à des niveaux observés en France en zone rurale non exposée [4,6,8].

c) Comparaison aux résultats des précédentes campagnes

Les résultats de la campagne de mesures réalisée par Lig'Air du 2 septembre au 4 novembre 2021 sont comparés à ceux des précédentes études depuis 2015 dans le tableau 6 et la figure 10. La comparaison complète depuis le début des mesures en 2005 est présentée en annexe 4.

	S1	S2	N1	N2
Septembre-Octobre 2015	0,10	0,10	0,68	0,33
Novembre-Décembre 2016	0,88	0,20	0,38	0,89
Janvier-Février 2017	1,47	0,18	0,41	0,49
Mars-Avril 2018	/	0,00	0,00	0,00
Mai-Juin 2019	0,20	0,07	0,93	0,01
Juillet-Août 2020	0,01	0,03	0,06	0,09
Septembre-Octobre 2021	0,10	0,12	0,31	/

/ : Absence de donnée

Tableau 6 : Comparaison des équivalents toxiques (en pg I-TEQ min/(jour.m²) obtenus lors des campagnes de 2015 à 2021

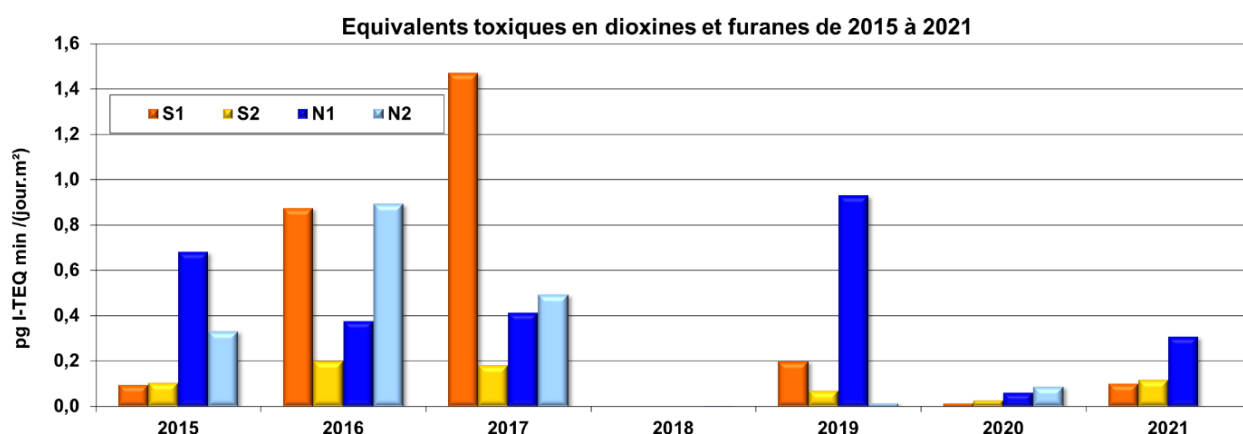


Figure 10 : Comparaison des équivalents toxiques (en pg I-TEQ min/(jour.m²) obtenus lors des campagnes de 2015 à 2021

Les équivalents toxiques calculés au cours de cette campagne 2021 présentent des valeurs parmi les plus faibles obtenues depuis 2015 montrant clairement l'absence de dégradation sur le risque d'exposition aux dioxines et furanes sur l'année 2021.

B. Métaux Lourds

a) Métaux lourds dans les retombées atmosphériques

Les résultats provenant du laboratoire d'analyses sont présentés en annexe 7. Les mesures des parties solubles et insolubles ont été regroupées par métal sous une concentration unique en µg/m²/jour. L'analyse du blanc terrain a mis en évidence l'absence de métaux lourds dans la partie insoluble et la présence d'arsenic et de plomb dans la partie soluble. Selon les recommandations de l'INERIS sur les mesures des retombées atmosphériques,

les résultats du blanc de site (disponibles en annexe 7) ne seront pas soustraits aux résultats de mesures pour la campagne 2021.

Les résultats sont présentés sur la figure 11 et sont comparés à ceux des campagnes précédentes dans les tableaux 7 et 8 et sur les figures 12 et 13.

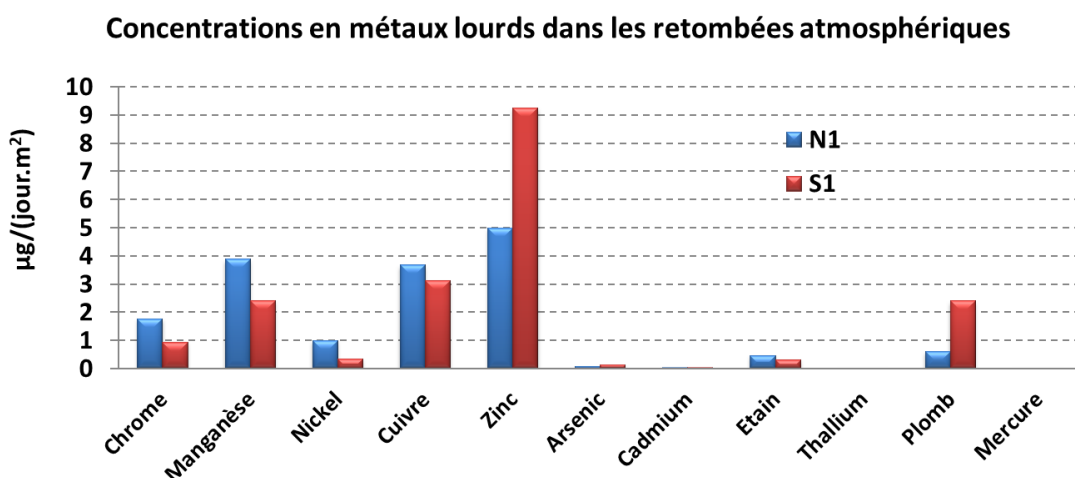


Figure 11 : Concentrations des différents métaux lourds dans les retombées atmosphériques sur les sites S1 et N1 du 2 septembre au 4 novembre 2021

Comme pour les années précédentes, le zinc, le manganèse et le cuivre sont les métaux les plus observés sur les deux sites de mesures. Pour le zinc, la concentration sur le site S1 est 50% plus élevée que sur le site N1. A l'inverse pour le manganèse, la concentration sur le site N1 est 40% plus élevée que sur le site S1.

Les tableaux 7 et 8 présentent l'historique depuis 2015 des concentrations en métaux lourds respectivement sur les sites N1 et S1. Les cases vides correspondent aux valeurs de concentrations inférieures aux limites de quantification. Les figures 11 et 12 permettent de visualiser l'évolution des concentrations de 2015 à 2021, les tableaux et figures regroupant les données de 2005 à 2021 sont disponibles en annexe 5.

Unité : µg/m ² /jour	N1						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Chrome (Cr)	2,0	0,4	1,1	0,4	0,8	1,3	1,8
Manganèse (Mn)	10,1	6,9	17,7	18,8	139,9	20,4	3,9
Nickel (Ni)	0,9	0,3	0,6	0,3	0,5	0,7	1,0
Cuivre (Cu)	18,4	5,9	8,3	12,7	25,5	10,9	3,7
Zinc (Zn)	80,2	29,8	52,4	47,9	136,7	41,3	5,0
Arsenic (As)	0,8	0,6	0,8	0,7	1,1	0,6	0,08
Cadmium (Cd)	0,05	0,02	0,6	0,3	1,3	0,1	0,02
Etain (Sn)	1,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,5	0,5
Thallium (Tl)	< LQ	<LQ	>LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Plomb (Pb)	4,4	2,5	2,7	1,8	2,2	1,8	0,6
Mercure (Hg)	<LQ	0,01	0,01	0,02	0,03	<LQ	<LQ

Tableau 7 : Concentrations en métaux lourds dans les retombées particulaires en µg/(jour.m²) pour les campagnes de surveillances de 2015 à 2021 sur le site N1

Unité : µg/m ² /jour	S1						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Chrome (Cr)	0,5	1,5	1,6	3,6	0,7	2,1	0,9
Manganèse (Mn)	7,2	21,7	9,8	31,4	6,3	16,3	2,4
Nickel (Ni)	0,2	0,5	0,5	1,5	0,3	0,9	0,4
Cuivre (Cu)	20,5	15,2	14,1	27,2	15,0	13,2	3,1
Zinc (Zn)	95,9	85,6	73,1	108,6	50,5	52,9	9,3
Arsenic (As)	2,2	0,5	0,2	0,8	0,5	0,8	0,1
Cadmium (Cd)	0,1	0,01	1,4	0,1	0,01	0,03	0,01
Etain (Sn)	0,1	1,1	0,8	1,4	0,5	1,2	0,3
Thallium (Tl)	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Plomb (Pb)	1,4	4,4	1,7	3,1	0,9	2,0	2,4
Mercure (Hg)	<LQ	0,01	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	<LQ

Tableau 8 : Concentrations en métaux lourds dans les retombées particulaires en µg/(jour.m²) pour les campagnes de surveillances de 2015 à 2021 sur le site S1

De manière générale, sur le site N1, après une année 2020 avec des concentrations redevenues dans la moyenne des concentrations (après une année 2019 avec des concentrations fortes en manganèse et zinc), les concentrations en 2021 sont devenues parmi les plus faibles mesurées depuis 2015 (tableaux 7 et 8 et figures 12 et 13).

Pour le site S1, globalement, les niveaux mesurés au cours de la campagne 2021 sont parmi les plus faibles mesurées depuis 2015.

Comme chaque année, le zinc, le cuivre et le manganèse ont des concentrations plus élevées, respectivement de 7,1 µg/(jour.m²), 3,4 µg/(jour.m²) et 3,2 µg/(jour.m²) en moyenne sur les 2 sites.

Sur les deux sites, le plomb et le chrome présentent des niveaux proches de 1 µg/(jour.m²) et l'étain, le cadmium, l'arsenic et le nickel présentent des niveaux plus faibles inférieures à 1 µg/(jour.m²). Enfin, le mercure et le thallium restent inexistant.

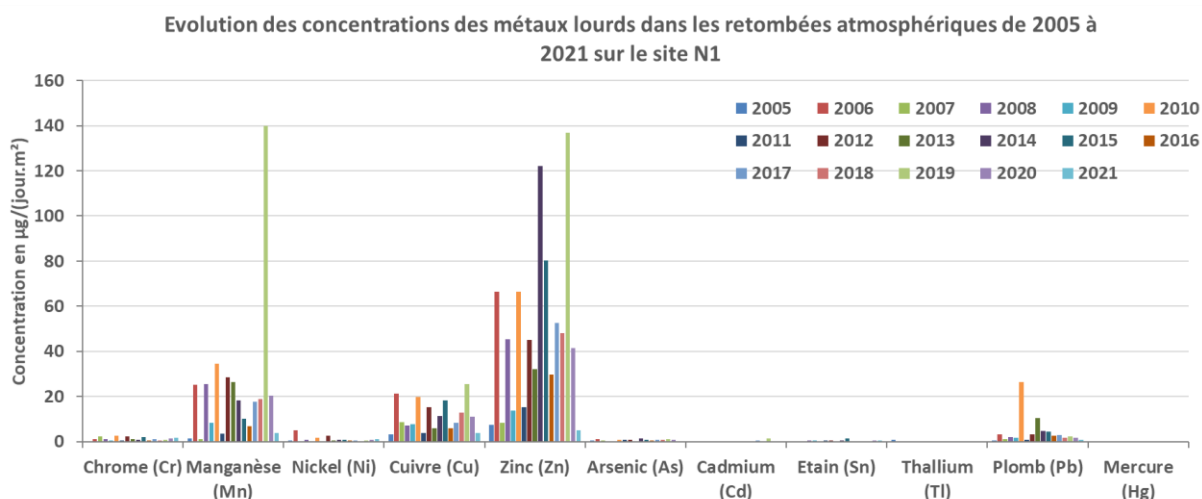


Figure 12 : Concentrations en métaux lourds dans les retombées particulaires en µg/(jour.m²) pour les campagnes de 2015 à 2021 sur le site N1

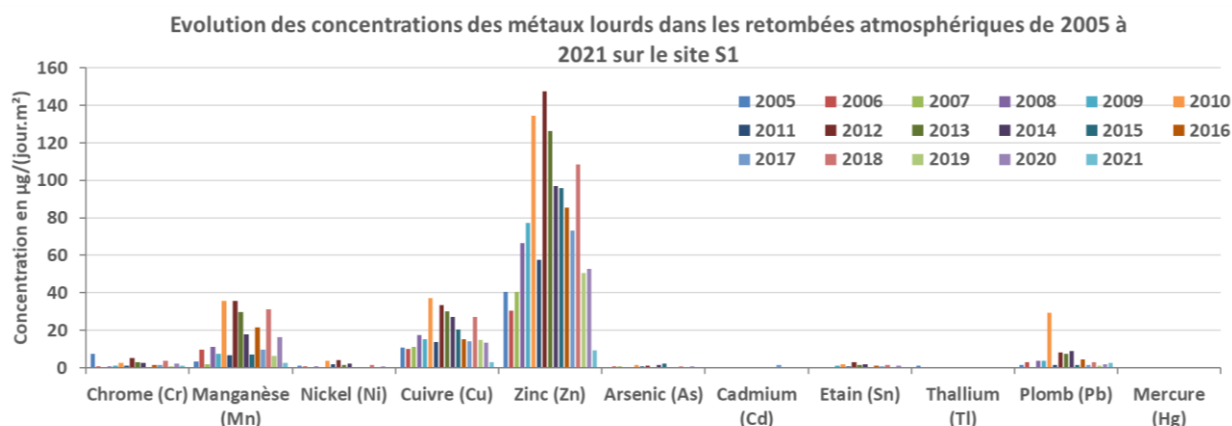


Figure 13 : Concentrations en métaux lourds dans les retombées particulaires en $\mu\text{g}/(\text{jour}\cdot\text{m}^2)$ pour les campagnes de 2015 à 2021 sur le site S1

b) Métaux lourds dans les particules en suspension PM_{10}

Dans cette partie, la méthode utilisée pour mesurer les métaux lourds est assez différente de celle employée pour les retombées particulaires. Les teneurs en métaux seront exprimées en unité de masse par volume et non en unité de masse par mètre carré comme précédemment. Les particules échantillonnées et analysées sont de taille inférieure ou égale à $10\ \mu\text{m}$ (PM_{10}). Les prélèvements dans l'air ambiant ont été réalisés du 6 septembre au 31 octobre 2021.

Pour les teneurs en métaux lourds dans les particules en suspension, les normes respectives sont présentées dans le tableau 9.

Moyenne annuelle en ng/m^3	Pb	As	Cd	Ni
Valeur limite	500	-	-	-
Objectif qualité	250	-	-	-
Valeur cible	-	6	5	20

- : non concerné

Tableau 9 : Valeurs normatives pour les métaux lourds dans les particules en suspension

Les teneurs obtenues pour chaque élément lors de cette étude sont présentées dans le tableau 10.

Semaines	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Sn	Tl	Pb	Hg
37	2,0	3,8	<LQ	3,4	7,0	0,2	<LQ	0,8	<LQ	2,1	<LQ
38	3,8	3,0	<LQ	4,0	7,5	0,2	<LQ	0,9	<LQ	2,7	<LQ
39	2,3	3,7	<LQ	5,1	15,5	0,3	<LQ	1,3	<LQ	5,9	<LQ
40	2,2	2,3	<LQ	7,7	7,4	<LQ	<LQ	1,0	<LQ	1,2	<LQ
41	3,0	3,1	<LQ	4,2	8,9	0,2	<LQ	1,2	<LQ	2,4	<LQ
42	2,7	3,1	<LQ	4,8	10,4	0,3	<LQ	1,1	<LQ	3,7	<LQ
43	1,5	2,4	<LQ	4,5	10,7	0,2	<LQ	1,0	<LQ	2,2	<LQ
44	1,9	2,8	<LQ	5,6	10,6	0,2	<LQ	1,2	<LQ	2,4	<LQ
Moyenne	2,4	3,0	<LQ	4,9	9,9	0,2	0,1	1,1	0,4	2,8	<LQ

Les concentrations sont exprimées en ng/m^3 .

<LQ : inférieure à la limite de quantification

Tableau 10 : Concentrations en métaux lourds dans les particules en suspension sur le site du Château de l'Étang à Saran (en ng/m^3)

En ce qui concerne les polluants normés (Pb, As, Cd et Ni), ces derniers ont enregistré des niveaux largement inférieurs aux normes en vigueur (tableau 9). Pour le plomb, le maximum

hebdomadaire enregistré lors de la semaine 39 de la campagne représente environ 2% de l'objectif de qualité annuel de ce polluant.

A noter que pour le manganèse, l'OMS a émis une ligne directrice correspondant à 150 ng/m³ dans l'air ambiant en moyenne annuelle. La concentration moyenne mesurée au cours de cette campagne (3 ng/m³) reste très inférieure à cette valeur, soit environ 50 fois plus faible que ce seuil.

Comme observé depuis plusieurs années, le zinc reste l'élément le plus présent dans l'air ambiant en 2021. Il est suivi de loin par le cuivre, le manganèse, le plomb et le chrome (figure 14 et tableau 10). Le zinc enregistre des concentrations maximales au cours de la semaine 39 (du 20 au 27 septembre 2021) à 15,5 ng/m³. Le mercure, le cadmium, nickel et le thallium restent inférieurs à la limite de quantification.

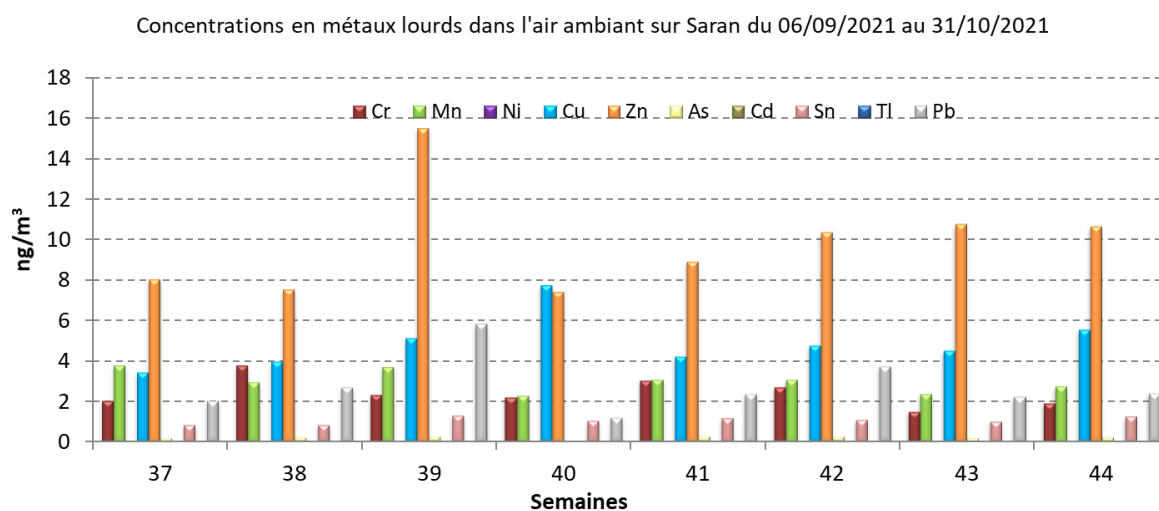


Figure 14 : Concentrations en métaux lourds dans l'air ambiant du 6 septembre au 31 octobre 2021 en ng/m³

Pour l'année 2021, l'ensemble des concentrations des métaux lourds surveillés sont du même ordre de grandeur que pour les années antérieures (figure 15 et annexe 5 pour l'évolution des concentrations de 2005 à 2021).

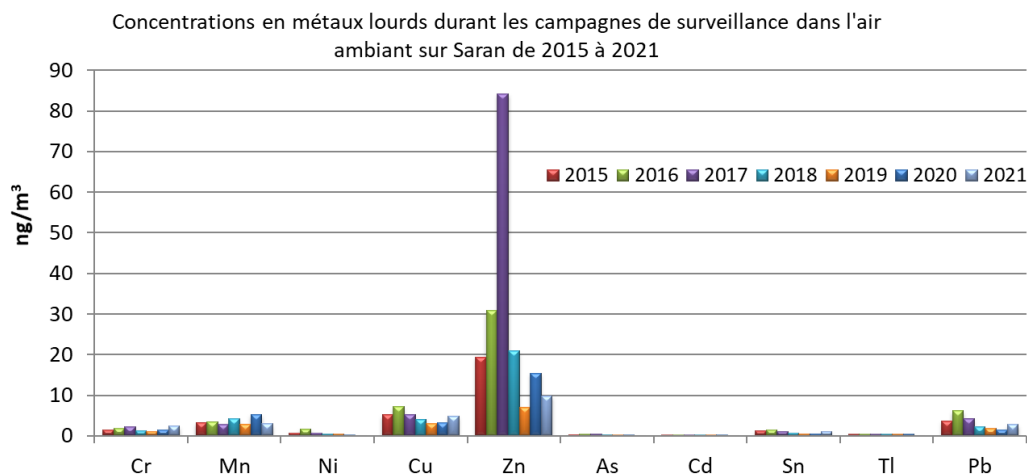


Figure 15 : Evolution des moyennes des concentrations en métaux lourds dans l'air ambiant de 2015 à 2021 en ng/m³

V. Conclusions

Cette étude a pour objectif la mesure des dioxines et furanes ainsi que des métaux lourds dans les retombées atmosphériques autour de l'Unité de Traitement des Ordures Ménagères de Saran (Loiret). Elle correspond à la dix-septième année de campagne de mesure du programme de surveillance, établi lors de l'étude préalable réalisée en 2004 par Lig'Air [2], qui précisait les méthodes, ainsi que les sites de prélèvements.

L'étude s'est déroulée du 2 septembre au 4 novembre 2021 sur cinq sites, localisés sur les communes de Saran, Ingré et Chevilly.

Les concentrations observées lors de cette étude, restent propres à la période d'étude et ne peuvent en aucun cas être extrapolées à l'année, à une autre période de l'année, ni à une autre commune.

Concernant les niveaux rencontrés ...

Pour les dioxines et furanes, les équivalents toxiques calculés en 2021 présentent des niveaux parmi les plus faibles enregistrés au cours des différentes campagnes de surveillance. Ils sont compris entre 0,1 et 0,31 pg I-TEQ min OTAN/(jour.m²). Le maximum d'équivalents toxiques a été enregistré sur le site N1.

D'une manière générale, les équivalents toxiques enregistrés sur l'ensemble des sites sont faibles et largement inférieurs aux niveaux rencontrés sur d'autres sites français.

En ce qui concerne les métaux lourds dans les retombées atmosphériques, le zinc reste le polluant prépondérant pour le site de mesures S1 avec une concentration de 9,3 µg/(jour.m²). L'année 2021 est marquée par des concentrations en métaux lourds dans les retombées atmosphériques globalement plus faibles que les années précédentes. Toutefois, les concentrations sont très légèrement plus élevées sur le site N1 que sur le site S1 en fonction du composé.

Pour les métaux lourds dans les particules en suspension (PM₁₀), les concentrations des 4 éléments normés en air ambiant, Plomb (Pb), Arsenic (As), Cadmium (Cd) et Nickel (Ni), restent bien inférieures au regard de la réglementation en vigueur.

Comme pour les années précédentes, le zinc est l'élément présentant les concentrations les plus élevées. Le zinc ne fait pas partie des métaux réglementés dans l'air ambiant. Pour l'année 2021, l'ensemble des concentrations des métaux lourds recherchés reste dans la moyenne des niveaux observés depuis ces dernières années.

Campagne de l'année 2022, ...

La campagne 2022 se déroulera de novembre à décembre 2022. Les méthodes de prélèvement ainsi que les polluants mesurés resteront inchangées.

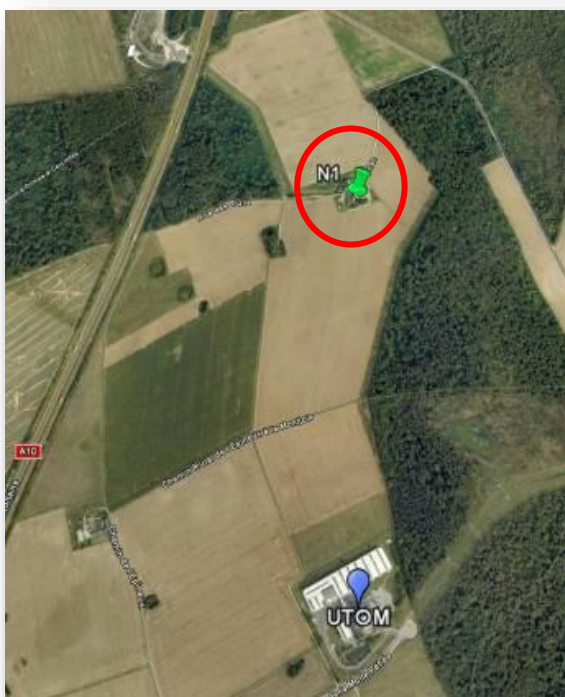
VI. Bibliographie

- [1] Lig'Air, Proposition de surveillance en continu des retombées des dioxines, furanes et métaux lourds autour de l'Unité de Traitement des Ordures Ménagères de l'agglomération Orléanaise, janvier 2004
- [2] Lig'Air, Etude préalable : Validation de la proposition de surveillance en continu des dioxines et furanes et choix des sites – UTOM de Saran – du 27 mai au 28 juillet 2004, rapport final, novembre 2004
- [3] Lig'Air, Qualité de l'air : Surveillance des retombées particulières Dioxines et Furanes Métaux Lourds – UTOM de Saran – Mars-Mai 2005, rapport final, octobre 2005
- [4] INERIS, Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furanes autour d'une UIOM, MATE/SEI, 1^{er} décembre 2001.
- [5] Atmo Poitou-Charentes, Synthèse des mesures de dioxines et furanes réalisées par les AASQA de 2006 à 2010, Avril 2011.
- [6] INERIS, Niveaux des dépôts atmosphériques totaux métaux et PCDD/F mesurés autour d'ICPE en France, Rapport d'étude n°DRC-12-120273-13816A, 17 décembre 2012.
- [7] INERIS, Guide- Surveillance dans l'air autour des installations classées – Retombées des émissions atmosphériques. Rapport DRC-16-158882-12366A, Novembre 2016
- [8] INERIS, Document complémentaire au guide de surveillance dans l'air autour des installations classées. Rapport DRC-16-158882-10272A, Novembre 2016

VII. Annexes

ANNEXE 1 – LOCALISATION DES SITES DE PRELEVEMENT

a) Site N1 – Ferme de Saint Aignan



(Source Google Earth)

b) Site N2 – Château d'eau de Chevilly



(Source Google Earth)

c) Site S1 – Parc d'activités Ormes Saran



(Source Google Earth)

d) Site S2 – Espaces verts des services techniques d'Ingré



(Source Google Earth)

Pluviométrie :

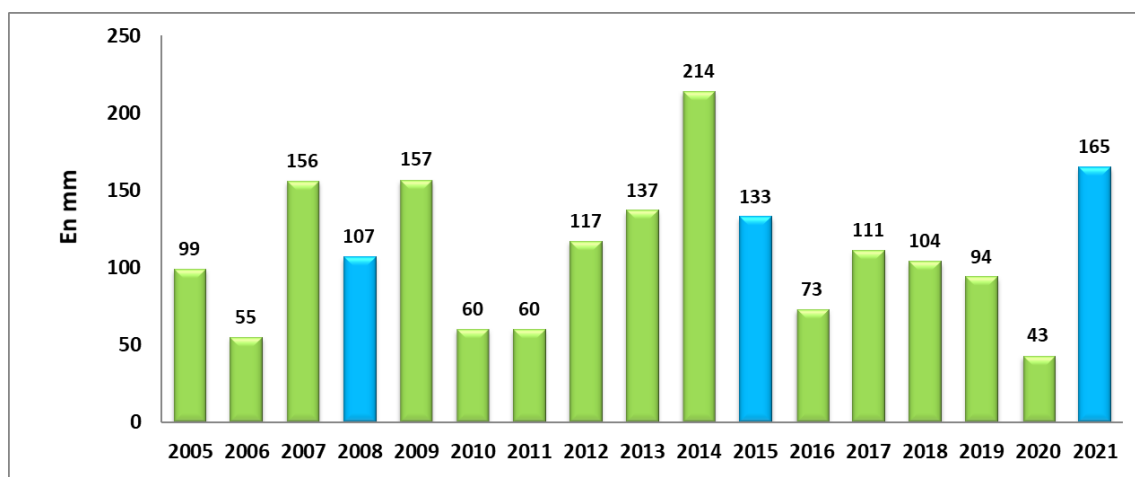


Figure 16 : Evolution des cumuls de précipitations au cours des campagnes de mesures depuis 2005

Les cumuls de précipitation correspondant à la même période (septembre-octobre) qu'en 2021 sont en bleu dans la figure 16. Cette année le cumul de 165 mm est le plus fort en comparaison des 2 périodes de prélèvement similaire en 2008 et 2018 avec respectivement 107 et 133 mm.

ANNEXE 3 – LES DIOXINES ET FURANES : GENERALITES

Définitions

Les dioxines (PCDD : polychlorodibenzodioxines) et les furanes (PCDF : polychlorodibenzofuranes) font partie de la famille des Polluants Organiques Persistants plus connus sous l'appellation de POP (figure 15). Ce sont des composés aromatiques tricycliques chlorés dotés de propriétés physico-chimiques voisines.

Les PCDD et les PCDF ont en commun d'être stables jusqu'à des températures élevées, d'être fortement lipophiles (solubles dans les solvants et les graisses) et peu biodégradables, d'où une forte bioaccumulation dans l'environnement et dans la chaîne alimentaire et par conséquent chez l'homme (tissus adipeux, foie, laits maternels...).

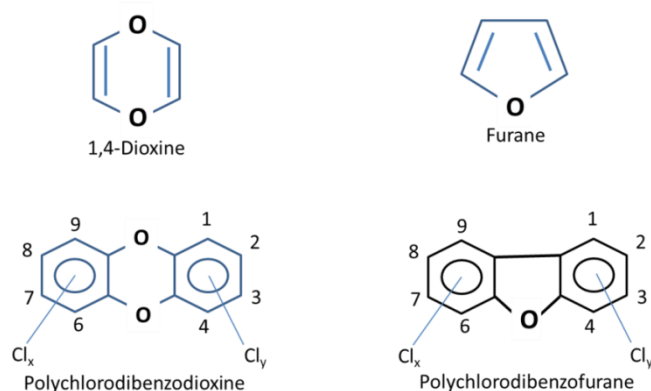


Figure 17 : Représentation des molécules PCDD (à gauche) et PCDF (à droite)

Les dioxines et les furanes présentent des toxicités très variables, en fonction du nombre et du positionnement des atomes de chlore. Parmi les 210 composés existants théoriquement (dont 75 PCDD et 135 PCDF), les 17 congénères les plus toxiques (7 congénères dioxines et 10 congénères furanes) comportent un minimum de quatre atomes de chlore occupant les positions 2, 3, 7 et 8. Leur toxicité diminue lorsque le nombre de chlore croît. Ces 17 congénères toxiques n'ont donc pas toute la même toxicité : pour traduire cette différence de toxicité, il a été établi un coefficient de pondération pour chacun, en prenant comme base un coefficient de 1 pour le congénère le plus toxique : la tetrachlorodibenzodioxine : 2,3,7,8 TCDD (dioxine de Seveso, figure 16).

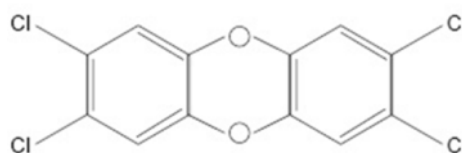


Figure 18 : Représentation du congénère le plus toxique : 2,3,7,8-tétrachlorodibenzodioxine (TCDD) ou la dioxine de Seveso

La mesure de toxicité d'un échantillon passe par la mesure quantitative des 17 congénères toxiques, auxquels est appliqué le facteur d'équivalent toxique, ce qui permet d'obtenir pour un échantillon donné sa teneur en équivalent toxique dioxines et furanes ou I-TEQ (tableau 10).

L'indice international de toxicité du mélange I-TEQ est calculé à partir de la figure 17.

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

avec C_i étant la concentration du $i^{\text{ème}}$ élément

Figure 19 : calcul de l'I-TEQ.

Il existe deux familles de coefficient de toxicité, l'un utilisé par l'OTAN : TEF - OTAN, et l'autre utilisé par l'OMS : TEF OMS.

Dans ce rapport, les équivalents toxiques sont calculés avec les facteurs utilisés par l'OTAN.

<u>DIOXINES CONGENERES</u>	TEF OTAN (1988)	TEF (2005)	<u>FURANES CONGENERES</u>	TEF OTAN (1988)	TEF OMS (2005)
2,3,7,8 TCDD	1	1	2,3,7,8 TCDF	0,1	0,1
			2,3,4,7,8 PeCDF	0,5	0,3
1,2,3,7,8 PeCDD	0,5	1	1,2,3,7,8 PeCDF	0,05	0,03
1,2,3,4,7,8 HxCDD	0,1	0,1	1,2,3,4,7,8 HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0,1	0,1	1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,1	0,1	1,2,3,7,8,9 HxCDF	0,1	0,1
			2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0,01	0,01	1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,01	0,01
			1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	0,01	0,01
OCDD	0,001	0,0003	OCDF	0,001	0,0003

Tableau 11 : Facteurs internationaux d'équivalent toxique pour les 17 congénères toxiques

Sources d'émissions

La formation des dioxines et furanes est essentiellement liée aux activités humaines mais peut également être d'origine naturelle (feux, volcans...). Ces molécules se forment essentiellement lors de phénomènes de combustion mal maîtrisés ou dont l'efficacité n'est pas maximale. Elles peuvent être rencontrées dans tous les secteurs mais plus particulièrement dans le secteur résidentiel-tertiaire. La synthèse des dioxines et furanes nécessite au minimum la présence de composés halogénés (généralement sous forme d'halogénures métalliques), d'un catalyseur (cuivre, fer...) ou de précurseurs (molécules de structure chimique proche de celle des dioxines).

Dans les incinérateurs, les dioxines et furanes se forment au cours des réactions de combustion à partir de composés chlorés et de composés aromatiques en présence d'oxygène, de vapeur d'eau et d'acide chlorhydrique. Ces réactions surviennent en particulier à basse température ou dans les zones de refroidissement des fumées (aux alentours de 350°C). Ces composés sont, en général, détectés au niveau des poussières car ils s'adsorbent sur ces particules très souvent charbonneuses. En sortie d'incinérateur, les concentrations émises dans les fumées avant traitement des dioxines dépendent des conditions d'incinération du four (température, temps de séjour, encrassement).

Conséquences sur la santé

Les dioxines et furanes ont en commun une très grande stabilité chimique et physique qui, avec leur caractère lipophile, explique leur concentration le long des chaînes alimentaires. Les concentrations en dioxines et furanes sont donc les plus importantes chez les espèces

situées à la tête de la chaîne alimentaire : l'homme et les carnivores (figure 20). La principale voie de contamination humaine par les dioxines et furanes est l'ingestion (90% de l'exposition).

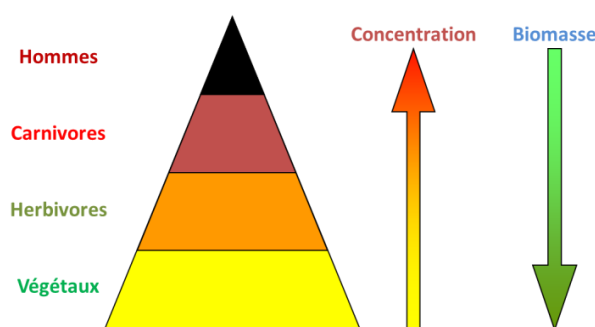


Figure 20 : Evolution des concentrations en dioxines et furanes le long de la chaîne alimentaire

Des incertitudes demeurent dans l'évaluation du risque associé aux dioxines et furanes, qu'il s'agisse de l'appréciation de la nocivité intrinsèque de ces composés, des risques ramenés à un niveau d'exposition ou de dose, voire du niveau d'exposition des populations.

Le Centre International de Recherche contre le Cancer (CIRC) a classé la 2,3,7,8 TCDD dans les substances cancérigènes pour l'homme (groupe 1). En revanche, l'EPA a évalué la 2,3,7,8 TCDD en classe 2, soit cancérogène probable pour l'homme. Les autres formes de dioxines restent dans le groupe 3 (substances non classifiables en ce qui concerne leur cancérogénicité).

Globalement, plusieurs effets sur la santé peuvent être observés : cancérigène, chloracné, hépatotoxicité, immunosuppresseur, perturbateur endocrinien, défaut de développement et reproduction, diabète...

Réglementation

L'arrêté du 20 septembre 2002, portant sur l'incinération des déchets dangereux, fixe les conditions de fonctionnement des Usines d'Incinération des Ordures Ménagères en France. Celui-ci impose deux mesures de dioxines et furanes à l'émission par an et fixe une valeur limite de 0,1 ng I-TEQ/m³. Ces dispositions ont concerné dans un premier temps les nouveaux incinérateurs et depuis le 28 décembre 2005 les incinérateurs préexistants. Cet arrêté impose également aux exploitants un suivi annuel (au minimum) de l'impact des rejets de dioxines/furanes et métaux lourds dans l'environnement de leurs UIOM.

A l'heure actuelle, il n'existe pas de réglementation pour les niveaux de dioxines et furanes dans les retombées atmosphériques ainsi que dans l'air ambiant. Un rapport de l'INERIS datant de 2001 [4] présente des valeurs de référence pour définir une zone influencée ou non par des émissions de dioxines et furanes. Mais ces valeurs datent d'avant la mise aux normes des UIOM. Depuis ces dernières années, une baisse importante des émissions a été enregistrée. Les valeurs proposées par ce rapport ne reflètent plus la situation actuelle.

La figure 21 ci-après, issue d'une synthèse nationale des travaux des AASQA, récapitule les équivalents toxiques en dioxines et furanes dans les retombées atmosphériques enregistrés dans différentes études menées en France par les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air entre 2006 et 2010 [5].

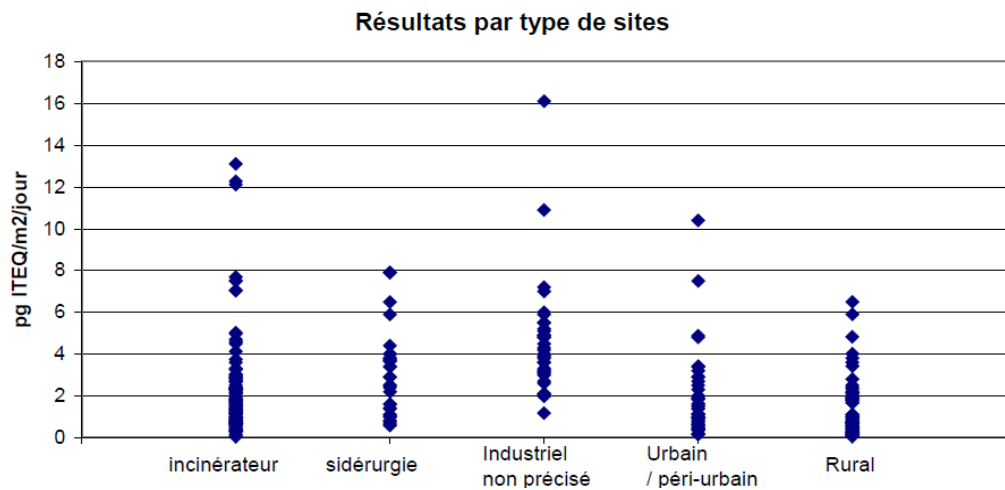


Figure 21 : Equivalents toxiques mesurés en France de 2006 à 2010 dans les retombées atmosphériques (source : AASQA)

Les mesures menées sur des sites autour des incinérateurs, sont dans la majorité des cas, inférieures à 10 pg ITEQ/(jour.m²).

ANNEXE 4 – Evolutions de 2005 à 2021 des dioxines et furanes dans les retombées atmosphériques

Comparaison aux résultats des précédentes campagnes

Les résultats de la campagne de mesures réalisée par Lig'Air du 2 septembre au 4 novembre 2021 sont comparés à ceux des précédentes études dans le tableau 12 et la figure 22.

	S1	S2	N1	N2
Mars-Avril 2005	2,86	1,13	0,08	0,08
Mai-Juin 2006	0,90	0,07	0,28	/
Juillet-Août 2007	1,87	0,05	0,41	0,32
Septembre-Octobre 2008	3,01	1,55	2,39	1,67
Novembre-Décembre 2009	0,73	0,84	0,96	0,57
Mars-Avril 2010	2,28	1,14	0,69	0,70
Janvier-Février 2011	1,99	0,58	1,76	0,64
Mars-Avril 2012	2,20	1,29	2,12	5,67
Mai-Juin 2013	4,87	0,33	6,30	5,60
Juillet-Août 2014	0,31	0,05	0,16	0,36
Septembre-Octobre 2015	0,10	0,10	0,68	0,33
Novembre-Décembre 2016	0,88	0,20	0,38	0,89
Janvier-Février 2017	1,47	0,18	0,41	0,49
Mars-Avril 2018	/	0,00	0,00	0,00
Mai-Juin 2019	0,20	0,07	0,93	0,01
Juillet-Août 2020	0,01	0,03	0,06	0,09
Septembre-Octobre 2021	0,1	0,12	0,31	/

Tableau 12 : Comparaison des équivalents toxiques (en pg I-TEQ/(jour.m²) obtenus lors des campagnes de 2005 à 2021

/ : Absence de donnée

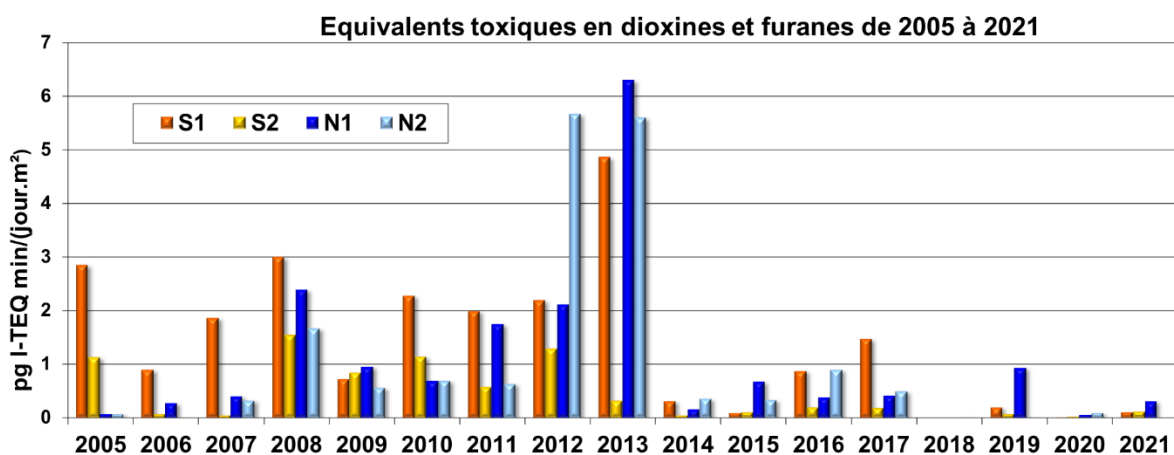


Figure 22 : Comparaison des équivalents toxiques (en pg I-TEQ min/(jour.m²) obtenus lors des campagnes de 2005 à 2021

ANNEXE 5 – Evolutions de 2008 à 2021 des métaux lourds dans les retombées atmosphériques et dans l'air ambiant

Concentrations en métaux lourds dans les retombées atmosphériques sur les sites N1 et S1 des campagnes de 2008 à 2021

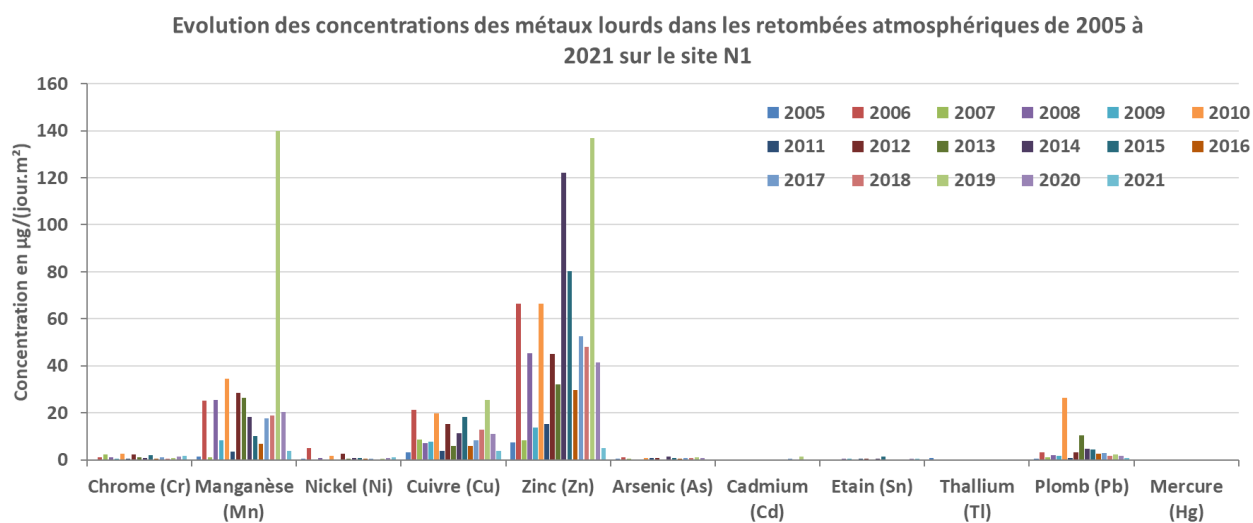
Unité : µg/m ² /jour	N1													
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Chrome (Cr)	1,2	0,5	2,6	0,4	2,1	1,1	0,9	2,0	0,4	1,1	0,4	0,8	1,3	1,8
Manganèse (Mn)	25,4	8,3	34,6	3,6	28,5	26,3	18,1	10,1	6,9	17,7	18,8	139,9	20,4	3,9
Nickel (Ni)	0,7	<LQ	1,6	0,2	2,7	0,5	0,7	0,9	0,3	0,6	0,3	0,5	0,7	1,0
Cuivre (Cu)	7,0	7,7	19,6	3,9	15,3	6,0	11,3	18,4	5,9	8,3	12,7	25,5	10,9	3,7
Zinc (Zn)	45,3	13,7	66,3	15,2	45,0	32,1	122,1	80,2	29,8	52,4	47,9	136,7	41,3	5,0
Arsenic (As)	<LQ	0,1	0,9	0,7	0,7	0,1	1,4	0,8	0,6	0,8	0,7	1,1	0,6	0,08
Cadmium (Cd)	0,1	<LQ	0,01	0,03	0,2	<LQ	0,1	0,05	0,02	0,6	0,3	1,3	0,1	0,02
Etain (Sn)	0,3	0,3	0,2	0,3	0,5	0,2	0,5	1,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,5	0,5
Thallium (Tl)	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Plomb (Pb)	2,0	1,7	26,4	0,8	3,2	10,4	4,5	4,4	2,5	2,7	1,8	2,2	1,8	0,6
Mercure (Hg)	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,02	0,03	<LQ	<LQ

Tableau 13 : Concentrations en métaux lourds dans les retombées particulières en µg/(jour.m²) pour les campagnes de surveillances de 2008 à 2021 sur le site N1

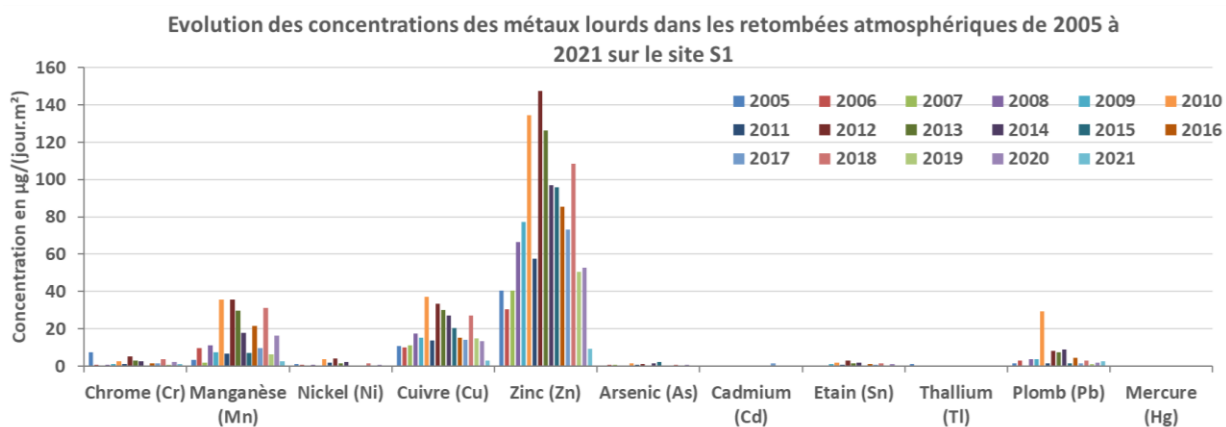
Unité : µg/m ² /jour	S1													
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Chrome (Cr)	0,8	1,1	2,4	0,9	5,2	2,9	2,7	0,5	1,5	1,6	3,6	0,7	2,1	0,9
Manganèse (Mn)	11,0	7,3	35,7	6,8	35,7	29,6	18,0	7,2	21,7	9,8	31,4	6,3	16,3	2,4
Nickel (Ni)	0,6	0,1	3,6	1,9	4,0	1,3	2,3	0,2	0,5	0,5	1,5	0,3	0,9	0,4
Cuivre (Cu)	17,5	15,4	37,0	13,8	33,3	29,9	27,2	20,5	15,2	14,1	27,2	15,0	13,2	3,1
Zinc (Zn)	66,5	77,1	134,5	57,6	147,4	126,3	97,1	95,9	85,6	73,1	108,6	50,5	52,9	3,3
Arsenic (As)	<LQ	0,2	1,3	0,8	1,3	0,3	1,4	2,2	0,5	0,2	0,8	0,5	0,8	0,1
Cadmium (Cd)	<LQ	<LQ	0,3	0,02	0,1	0,1	0,1	0,1	0,01	1,4	0,1	0,01	0,03	0,01
Etain (Sn)	0,05	1,1	1,7	0,7	3,0	1,6	1,8	0,1	1,1	0,8	1,4	0,5	1,2	0,3
Thallium (Tl)	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Plomb (Pb)	3,6	3,8	29,3	1,6	8,2	7,4	9,1	1,4	4,4	1,7	3,1	0,9	2,0	2,4
Mercure (Hg)	<LQ	<LQ	0,02	<LQ	<LQ	0,02	0,01	<LQ	0,01	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	<LQ

Tableau 14 : Concentrations en métaux lourds dans les retombées particulières en µg/(jour.m²) pour les campagnes de surveillances de 2008 à 2021 sur le site S1

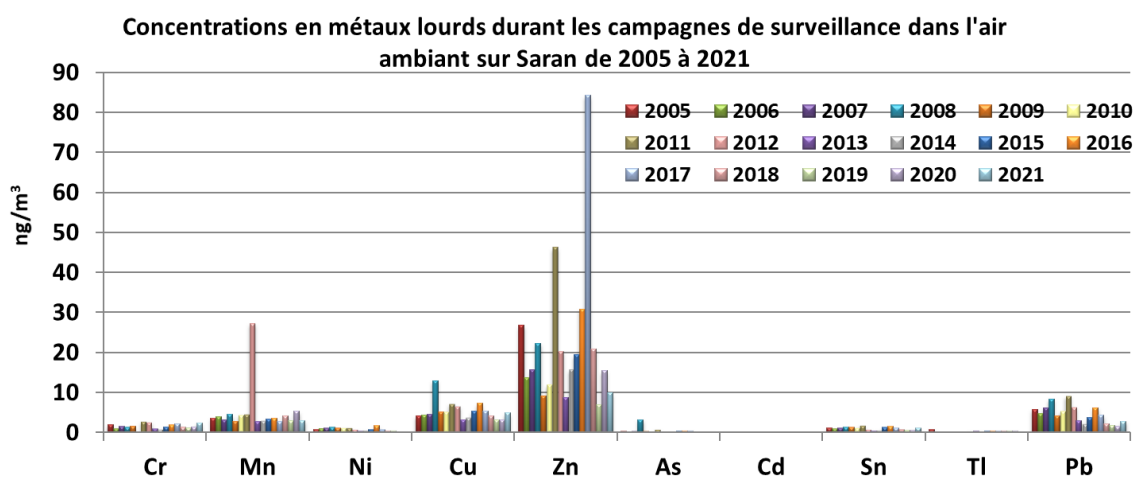
Concentrations en métaux lourds dans les retombées atmosphériques sur le site N1 à Saran des campagnes de 2005 à 2021



Concentrations en métaux lourds dans les retombées atmosphériques sur le site S1 à Saran des campagnes de 2005 à 2021



Concentrations en métaux lourds dans l'air ambiant sur le site Château de l'Etang à Saran des campagnes de 2005 à 2021



ANNEXE 6 – RAPPORTS D'ANALYSE DES DIOXINES ET FURANES



4, rue de Bort-lès-Orgues
ZAC de Grimont / BP 40 010
57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ
Tél : 03 87.50.60.70
Fax : 03 87.30.81.21

RAPPORT D'ANALYSES ENQL002_PCD_R1

LIG' AIR
Madame Margaux BREITBACH
260, avenue de la Pomme de Pin
45590 SAINT-CYR-EN-VAL

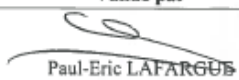
Vos références : N° 2021-11-170 du 08/11/2021

Les résultats s'appliquent sur l'échantillon tel qu'il a été reçu.

DESRIPTIF DE L'ANALYSE DE DIOXINES / FURANES - RETOMBES ATMOSPHERIQUES

L'échantillon est tout d'abord filtré à travers un tamis de 1mm d'ouverture de maille. Le filtre est séché puis marqué avant extraction solide-liquide au toluène. L'extrait obtenu est purifié sur colonnes chromatographiques contenant des adsorbants spécifiques. L'extrait est concentré et des standards internes sont ajoutés. L'extrait est analysé par HRGC/HRMS à haute résolution (R = 10 000).

Norme : Méthode interne MOp C-4/58
Technique : HRGC_HRMS

Date	Description	Validé par
03/12/2021	RAPPORT FINAL	 Paul-Eric LAFARGUE Responsable d'analyses



La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 5 page(s) et 0 annexe(s). L'accréditation de la section Essais du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation et identifiées par un astérisque (*). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.
En C-10/46 – V7 – 07/12/18

ESSAIS Technologie SA

Page 1 sur 5

ENQL002_PCD_R1

Echantillon reçu le : 10/11/2021

Référence Interne		ENQK007			
Référence Externe		Saran Blanc Jauge Dioxines 2021			
Nature		Retombées atmosphériques totales			
Volume d'échantillon (l)		1,49			
Masse de particules insolubles (g)		0,016			
Volume final après concentration (µl)		10			
Volume d'extrait injecté (µl)		2			
Congénère	Concentration (pg/échantillon)	TEF (NATO)	TEQ (min)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD *	< 0,250	1	0,000	0,250	107
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	87
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	75
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	81
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	< 1,000	0,01	0,000	0,010	70
OCDD *	< 1,000	0,001	0,000	0,001	79
Dioxines	< 4,250				
2,3,7,8 TCDF *	< 0,250	0,1	0,000	0,025	83
1,2,3,7,8 PeCDF *	< 0,500	0,05	0,000	0,025	12
2,3,4,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	85
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	76
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	76
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	72
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	17
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	< 1,000	0,01	0,000	0,010	85
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 1,000	0,01	0,000	0,010	18
OCDF *	< 1,000	0,001	0,000	0,001	79
Furannes	< 6,250				
TOTAL TEQ NATO (pg/échantillon)			0,000	1,182	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/échantillon)			0,000	1,430	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/échantillon)			0,000	1,321	
Total TCDD	< 25,000				
Total PeCDD	< 50,000				
Total HxCDD	< 50,000				
Total HpCDD	< 10,000				
Total PCDD	< 136,000				
Total TCDF	< 25,000				
Total PeCDF	< 50,000				
Total HxCDF	< 50,000				
Total HpCDF	< 10,000				
Total PCDF	< 136,000				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 02/12/2021 à 11:20		
Analyse par GC/HRMS			Le 03/12/2021 à 02:36		

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

Echantillon reçu le : 10/11/2021

Référence Interne		ENQK008			
Référence Externe		Saran N1 09-21-D			
Nature		Retombées atmosphériques totales			
Volume d'échantillon (l)		11,57			
Masse de particules insolubles (g)		0,059			
Volume final après concentration (µl)		10			
Volume d'extrait injecté (µl)		2			
Congénère	Concentration (pg/échantillon)	TEF (NATO)	TEQ (min)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD *	< 0,250	1	0,000	0,250	108
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	90
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	78
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	79
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	5,225	0,01	0,052	0,052	72
OCDD *	13,626	0,001	0,014	0,014	83
Dioxines	18,851 < Total < 21,101				
2,3,7,8 TCDF *	0,940	0,1	0,094	0,094	84
1,2,3,7,8 PeCDF *	< 0,500	0,05	0,000	0,025	13
2,3,4,7,8 PeCDF *	1,343	0,5	0,672	0,672	86
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	78
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	79
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	0,968	0,1	0,097	0,097	75
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	16
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	2,333	0,01	0,023	0,023	88
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 1,000	0,01	0,000	0,010	11
OCDF *	2,302	0,001	0,002	0,002	85
Furannes	7,886 < Total < 10,886				
TOTAL TEQ NATO (pg/échantillon)			0,954	1,789	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/échantillon)			0,939	2,024	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/échantillon)			0,674	1,749	
Total TCDD	< 25,000				
Total PeCDD	< 50,000				
Total HxCDD	< 50,000				
Total HpCDD	< 10,000				
Total PCDD	13,626 < Total < 148,626				
Total TCDF	< 25,000				
Total PeCDF	< 50,000				
Total HxCDF	< 50,000				
Total HpCDF	< 10,000				
Total PCDF	2,302 < Total < 137,302				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 02/12/2021 à 11:20		
Analyse par GC/HRMS			Le 03/12/2021 à 03:15		

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

Echantillon reçu le : 10/11/2021

Référence Interne		ENQK009			
Référence Externe		Saran S1 09-21-D			
Nature		Retombées atmosphériques totales			
Volume d'échantillon (l)		11,26			
Masse de particules insolubles (g)		0,057			
Volume final après concentration (µl)		10			
Volume d'extrait injecté (µl)		2			
Congénère	Concentration (pg/échantillon)	TEF (NATO)	TEQ (min)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD *	< 0,250	1	0,000	0,250	104
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	88
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	79
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	0,990	0,1	0,099	0,099	83
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	7,355	0,01	0,074	0,074	75
OCDD *	19,595	0,001	0,020	0,020	91
Dioxines	27,940 < Total < 29,690				
2,3,7,8 TCDF *	< 0,250	0,1	0,000	0,025	81
1,2,3,7,8 PeCDF *	< 0,500	0,05	0,000	0,025	13
2,3,4,7,8 PeCDF *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	84
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	80
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	81
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	0,811	0,1	0,081	0,081	74
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	13
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	3,866	0,01	0,039	0,039	90
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 1,000	0,01	0,000	0,010	10
OCDF *	2,906	0,001	0,003	0,003	91
Furannes	7,583 < Total < 11,333				
TOTAL TEQ NATO (pg/échantillon)			0,315	1,375	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/échantillon)			0,295	1,605	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/échantillon)			0,299	1,499	
Total TCDD	< 25,000				
Total PeCDD	< 50,000				
Total HxCDD	< 50,000				
Total HpCDD	14,655				
Total PCDD	34,250 < Total < 159,250				
Total TCDF	< 25,000				
Total PeCDF	< 50,000				
Total HxCDF	< 50,000				
Total HpCDF	< 10,000				
Total PCDF	2,906 < Total < 137,906				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 02/12/2021 à 11:20		
Analyse par GC/HRMS			Le 03/12/2021 à 03:54		

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

Echantillon reçu le : 10/11/2021

Référence Interne	ENQK010				
Référence Externe	Saran S2 09-21-D				
Nature	Retombées atmosphériques totales				
Volume d'échantillon (l)	10,37				
Masse de particules insolubles (g)	0,148				
Volume final après concentration (µl)	10				
Volume d'extrait injecté (µl)	2				
Congénère	Concentration (pg/échantillon)	TEF (NATO)	TEQ (min)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD *	< 0,250	1	0,000	0,250	103
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	87
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	75
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	79
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	6,053	0,01	0,061	0,061	72
OCDD *	13,625	0,001	0,014	0,014	87
Dioxines	19,678 < Total < 21,928				
2,3,7,8 TCDF *	0,687	0,1	0,069	0,069	81
1,2,3,7,8 PeCDF *	< 0,500	0,05	0,000	0,025	7
2,3,4,7,8 PeCDF *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	83
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	1,023	0,1	0,102	0,102	77
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	75
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	0,938	0,1	0,094	0,094	72
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	9
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	1,890	0,01	0,019	0,019	85
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 1,000	0,01	0,000	0,010	9
OCDF *	1,680	0,001	0,002	0,002	83
Furannes	6,219 < Total < 9,219				
TOTAL TEQ NATO (pg/échantillon)			0,360	1,395	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/échantillon)			0,346	1,631	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/échantillon)			0,349	1,524	
Total TCDD	< 25,000				
Total PeCDD	< 50,000				
Total HxCDD	< 50,000				
Total HpCDD	< 10,000				
Total PCDD	13,625 < Total < 148,625				
Total TCDF	< 25,000				
Total PeCDF	< 50,000				
Total HxCDF	< 50,000				
Total HpCDF	< 10,000				
Total PCDF	1,680 < Total < 136,680				
Marquage de l'extrait avant injection	Le 02/12/2021 à 11:20				
Analyse par GC/HRMS	Le 03/12/2021 à 04:33				

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

ANNEXE 7 – RAPPORTS D'ANALYSE DES METAUX LOURDS



4, rue de Bort-lez-Orignas
ZAC de Grimont / BP 40 010
37 070 SAINT JULIEN-LES-METZ
Téléphone : 03 87.50.60.70
contact@mp-tech.net
www.mp-tech.net

RAPPORT D'ANALYSES ENQK013_MET_R1

LIG'AIR
Madame Margaux BREITBACH
260, avenue de la Pomme de Pin

45590 - SAINT-CYR-EN-VAL

Vos références : N° 2021-11-170 du 08/11/2021


Echantillon reçu le : 10/11/2021 Analyse effectuée le : 26/11/2021

Norme : Minéralisation_ICPMS selon NF EN ISO 17294-2

Technique : ICP_MS

Matrice : Retombées atmo. solubles et insolubles

Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Date	Description	Validé par
30/11/2021	Rapport final	Mamoune EL HIMRI 

Responsable d'analyse

Référence externe : Saran Blanc jauge métaux 2021
Référence interne : ENQK004

Volume total (mL)	1408
Partie soluble	Partie soluble
Eléments	Concentration en µg/L
Cr	<0,5
Mn	<0,5
Ni	<0,5
Cu	<0,5
Zn	<1
As	0,308
Cd	<0,1
Sn	<0,5
Tl	<0,5
Pb	0,129
Partie insoluble	Partie Insoluble
Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	<125
Mn	<125
Ni	<125
Cu	<125
Zn	<250
As	<25
Cd	<25
Sn	<125
Tl	<125
Pb	<25

Référence externe : Saran NI 09-21-M
Référence interne : ENQK005

Volume total (mL)	15890
Partie soluble	Partie soluble
Eléments	Concentration en µg/L
Cr	<0,5
Mn	<0,5
Ni	<0,5
Cu	1,70
Zn	2,77
As	<0,1
Cd	<0,1
Sn	<0,5
Tl	<0,5
Pb	<0,1
Partie insoluble	Partie Insoluble
Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	4 835
Mn	10 670
Ni	2 741
Cu	5 742
Zn	6 585
As	226
Cd	67,0
Sn	1 287
Tl	<125
Pb	1 698

Référence externe : Saran S1 09-21-M
Référence interne : ENQK006

Volume total (mL)	14438
Partie soluble	Partie soluble
Eléments	Concentration en µg/L
Cr	<0,5
Mn	<0,5
Ni	<0,5
Cu	1,35
Zn	6,64
As	0,104
Cd	<0,1
Sn	<0,5
Tl	<0,5
Pb	0,166
Partie insoluble	Partie Insoluble
Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	2 575
Mn	6 646
Ni	971
Cu	5 595
Zn	10 640
As	126
Cd	<25
Sn	857
Tl	<125
Pb	6 247

MicroPolluants Technologie SA

4 sur 5 Pages

ENQK013_MET_R1

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comprend page(s) et 0 annexe(s).
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.

Légende: < Valeur(caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification

MicroPolluants Technologie SA

5 sur 5 Pages

ENQK013_MET_R1

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comprend page(s) et 0 annexe(s).
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.

RAPPORT D'ANALYSES
ENQK008_MEG_R1

LIG'AIR

Madame Margaux BREITBACH
260, avenue de la Pomme de Pin

45590 - SAINT-CYR-EN-VAL

Vos références : N° 2021-11-170 du 08/11/2021

Echantillon reçu le : 10/11/2021

Analyse effectuée le : 24/11/2021

Norme : Méthode interne

Technique : AFS


Matrice: Air ambiant - filtre

Nature du support : (Quartz (Fourni par le client))

Présence de filtre vierge de laboratoire : (Non communiqué)

Présence de filtre vierge de terrain : (Non communiqué)

Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Date	Description	Validé par
25/11/2021	Rapport final	Marie VINGERT 

Responsable d'analyse

Référence externe : MTX Saran 37-21
Référence interne : ENQK011

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25 ND

Référence externe : MTX Saran 38-21
Référence interne : ENQK012

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25 ND

Référence externe : MTX Saran 39-21
Référence interne : ENQK013

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25 ND

Référence externe : MTX Saran 40-21
Référence interne : ENQK014

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25 ND

Référence externe : MTX Saran 41-21
Référence interne : ENQK015

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25 ND

Référence externe : MTX Saran 42-21
Référence interne : ENQK016

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25 ND

Référence externe : MTX Saran 43-21
Référence interne : ENQK017

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25 ND

Référence externe : MTX Saran 44-21
Référence interne : ENQE018

Éléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25 ND

Référence externe : MTX Blanc Saran 45-21 (Blanc)
Référence interne : ENQE019

Éléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25 ND

Légende : < Valeur D : Détecté ; valeur comprise entre la limite de quantification et la limite de quantification divisée par 3
< Valeur ND : Non Détecté ; valeur inférieure à la limite de quantification divisée par 3

RAPPORT D'ANALYSES
ENQK011_MEG_R1

LIG'AIR

Madame Margaux BREITBACH

260, avenue de la Pomme de Pin

45590 - SAINT-CYR-EN-VAL

Vos références N° 2021-11-170 du 08/11/2021


Echantillon reçu le 10/11/2021

Analyse effectuée le : 26/11/2021

Norme : Minéralisation_AFS

Technique : AFS

Matrice : Retombées atmo. solubles et insolubles

Date	Description	Validé par
29/11/2021	Rapport final	Mamoune EL HIMRI 

Responsable d'analyse

Référence externe : Saran Blanc jauge métaux 2021
Référence interne : ENQK004

Volume total (mL)	1408
Partie soluble	Partie soluble
Eléments	Concentration en µg/L
Hg	<0,05
Partie Insoluble	Partie Insoluble
Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25

Référence externe : Saran N1 09-21-M
Référence interne : ENQK005

Volume total (mL)	15890
Partie soluble	Partie soluble
Eléments	Concentration en µg/L
Hg	<0,05
Partie Insoluble	Partie Insoluble
Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25

Référence externe : Saran S1 09-21-M
Référence interne : ENQK006

Volume total (mL)	14438
Partie soluble	Partie soluble
Eléments	Concentration en µg/L
Hg	<0,05
Partie Insoluble	Partie Insoluble
Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25

MicroPolluants Technologie SA

2 sur 3 Pages

ENQK011_MEG_R1

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s) et 0 annexe(s).
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.

Légende:

< Valeur (caractère simple): valeur inférieure à la limite de quantification

RAPPORT D'ANALYSES
ENQK006_ME5_R1

LIG'AIR
Madame Margaux BREITBACH
260, avenue de la Pomme de Pin

45590 - SAINT-CYR-EN-VAL

Vos références : N° 2021-11-170 du 08/11/2021

Echantillon reçu le : 10/11/2021 Analyse effectuée le : 23/11/2021


Norme : NF EN 14902

Technique : ICP_MS

Matrice: Air ambiant - filtre
Nature du support : (Quartz (Fourni par le client))
Présence de filtre vierge de laboratoire : (Non communiqué)
Présence de filtre vierge de terrain : (Non communiqué)

Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.
Tout l'échantillon est détruit au cours de l'analyse.

Solution de minéralisation employée: Mélange d'acide nitrique et de peroxyde d'hydrogène
Conditions de minéralisation: Micro-ondes fermé

Date	Description	Validé par
24/11/2021	Rapport final	Mamoune EL HIMRI 



Responsable d'analyse
L'accréditation de la section Essais du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation et identifiées par un astérisque (*).
En C-10/32 – V14 – 07/10/21

Référence externe : MTX Saran 37-21
Référence interne : ENQK011

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	340
Mn	627
Ni +	<125 D
Cu	572
Zn	1 339
As +	32,7
Cd +	<25 ND
Sn	137
Tl	<125 ND
Pb +	343

Référence externe : MTX Saran 38-21
Référence interne : ENQK012

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	632
Mn	494
Ni +	<125 D
Cu	667
Zn	1 256
As +	38,9
Cd +	<25 ND
Sn	143
Tl	<125 ND
Pb +	448

Référence externe : MTX Saran 39-21
Référence interne : ENQK013

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	389
Mn	618
Ni *	<125 D
Cu	857
Zn	2 579
As *	42,2
Cd *	<25 D
Sn	218
Tl	<125 ND
Pb *	977

Référence externe : MTX Saran 40-21
Référence interne : ENQK014

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	370
Mn	379
Ni *	<125 D
Cu	1 289
Zn	1 239
As *	<25 D
Cd *	<25 ND
Sn	173
Tl	<125 ND
Pb *	199

Référence externe : MTX Saran 41-21
Référence interne : ENQK015

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	506
Mn	509
Ni *	<125 D
Cu	707
Zn	1 484
As *	40,5
Cd *	<25 D
Sn	194
Tl	<125 ND
Pb *	394

Référence externe : MTX Saran 42-21
Référence interne : ENQK016

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	448
Mn	508
Ni *	<125 D
Cu	793
Zn	1 721
As *	42,1
Cd *	<25 D
Sn	178
Tl	<125 ND
Pb *	617

Référence externe : MTX Saran 43-21
Référence interne : ENQK017

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	248
Mn	397
Ni +	<125 D
Cu	750
Zn	1 789
As +	30,4
Cd +	<25 D
Sn	170
Tl	<125 ND
Pb +	372

Référence externe : MTX Saran 44-21
Référence interne : ENQK018

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	319
Mn	458
Ni +	<125 D
Cu	925
Zn	1 774
As +	35,6
Cd +	<25 D
Sn	206
Tl	<125 ND
Pb +	401

Référence externe : MTX Blanc Saran 45-21 (Blanc)
Référence interne : ENQK019

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	<125 D
Mn	<125 ND
Ni *	<125 ND
Cu	<125 ND
Zn	<250 D
As *	<25 ND
Cd *	<25 ND
Sn	<125 D
Tl	<125 ND
Pb *	<25 D

Légende : < Valeur D : Détecté ; valeur comprise entre la limite de quantification et la limite de quantification divisée par 3
< Valeur ND : Non Détecté ; valeur inférieure à la limite de quantification divisée par 3
L'information D/ND n'est pas convertie par l'accréditation COFRAC

Pour information :

Eléments	LQ ¹ (ng/litre)	LD ² (ng/litre)
As*, Cd*, Pb*	25	1
Ni*	125	38

¹La limite de quantification (LQ) est déterminée à partir de tests effectués avec des échantillons dopés à la LQ, selon la norme NF T 90-210.

²La limite de détecté est déterminée à partir de l'analyse de 10 fibres vierges de laboratoire.

La valeur relative à la LD n'est pas convertie par l'accréditation COFRAC.

Eléments	Concentration (ng/échantillon)	Incertitude ³ (%)	Concentration (ng/échantillon)	Incertitude ⁴ (%)
As	25	50	150	25
Cd	25	40	55	20
Ni	125	60	625	20
Pb	25	35	16950	15

³Les incertitudes à la LQ ont été déterminées selon la norme NF ISO 11352 à l'aide de solutions dopées à la LQ et d'un matériel de référence ayant suivi le protocole de préparation des échantillons.

⁴Les incertitudes à la concentration supérieure à la LQ ont été déterminées à l'aide de 20 résultats d'analyse d'un MRC. Ces incertitudes sont revues tous les 2 ans après l'acquisition de 20 nouveaux résultats.

MicroPolluants Technologie SA

6 sur 6 Pages

ENQK006_ME5_R1

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comprend page(s) et 0 annexe(s).
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.



Surveillance de la qualité de l'air
en région Centre-Val de Loire

260 avenue de la Pomme de Pin
45590 SAINT-CYR-EN-VAL
Tel : 02-38-78-09-49
Mail : ligair@ligair.fr