

Surveillance des retombées particulaires

Dioxines et furanes
Métaux lourds
Campagne de
surveillance 2019 à
Saran (Loiret)

Octobre 2019

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 événements 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
III. Prélèvement des dioxines et furanes.....	9
A. Prélèvement des métaux lourds	10
B. Période de prélèvements	11
IV. Conditions météorologiques	11
V. Résultats globaux	14
A. Dioxines et Furanes	14
a) Concentration moléculaire	14
b) Equivalent toxique	15
c) Comparaison aux résultats des précédentes campagnes	16
B. Métaux Lourds	17
a) Métaux lourds dans les retombées atmosphériques	17
b) Métaux lourds dans les particules en suspension PM ₁₀	20
C. CONCLUSIONS	22
D. BIBLIOGRAPHIE	24
VI. ANNEXES.....	25
ANNEXE 1 – LOCALISATION DES SITES DE PRELEVEMENT	25
a) Site N1 – Ferme de Saint Aignan	25
b) Site N2 – Château d'eau de Chevilly	25
c) Site S1 – Parc d'activités Ormes Saran	26
d) Site S2 – Espaces verts des services techniques d'Ingré	26
ANNEXE 2 – LES DIOXINES ET FURANES : GENERALITES	27
Définitions	27
Sources d'émissions	28
Conséquences sur la santé	29
Réglementation	30
ANNEXE 3 – Evolutions de 2005 à 2019 des métaux lourds dans les retombées atmosphériques et dans l'air ambiant	31
ANNEXE 4 – RAPPORTS D'ANALYSE DES DIOXINES ET FURANES	33
ANNEXE 5 – 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 (SOURCE : GOOGLE EARTH).....	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 02 MAI AU 01 JUILLET 2019 (SOURCE METEO FRANCE)	12
FIGURE 5 : HISTOGRAMMES DE REPARTITION DES VITESSES (A GAUCHE) ET DIRECTION DE VENT (A DROITE).....	12
FIGURE 6 : HAUTEUR ET DUREE DES PRECIPITATIONS DU 02 MAI AU 01 JUILLET 2019 (SOURCE METEO FRANCE).....	13
FIGURE 7 : ROSE DES HAUTEURS DE PRECIPITATIONS EN MM DU 02 MAI AU 01 JUILLET 2019 (SOURCE METEO FRANCE).....	13
FIGURE 8 : EVOLUTION DES CUMULS DE PRECIPITATIONS AU COURS DES CAMPAGNES DE MESURES DEPUIS 2005	13
FIGURE 9 : CONCENTRATIONS DES DIFFERENTS CONGENERES MESURES DU 02 MAI AU 01 JUILLET 2019 EN PG/(JOUR.M ²).....	15
FIGURE 10 : COMPARAISON DES EQUIVALENTS TOXIQUES (EN PG I-TEQ/M ² /JOUR) OBTENUS LORS DES CAMPAGNES DE 2005 A 2019	16
FIGURE 11 : CONCENTRATIONS DES DIFFERENTS METAUX LOURDS DANS LES RETOMBÉES ATMOSPHERIQUES SUR LES SITES S1 ET N1 DU 02 MAI AU 01 JUILLET 2019.....	17
FIGURE 12 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS LES RETOMBÉES PARTICULAIRES EN µG/M ² /JOUR POUR LES CAMPAGNES DE 2015 A 2019 SUR LE SITE N1.....	19
FIGURE 13 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS LES RETOMBÉES PARTICULAIRES EN µG/M ² / JOUR POUR LES CAMPAGNES DE 2015 A 2019 SUR LE SITE S1	20
FIGURE 14 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS L'AIR AMBIANT DU 06 MAI AU 01 JUILLET 2019 EN NG/M ³	21
FIGURE 15 : EVOLUTION DES MOYENNES DES CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS L'AIR AMBIANT DE 2015 A 2019 EN NG/M ³	22
FIGURE 16 : REPRESENTATION DES MOLECULES PCDD (A GAUCHE) ET PCDF (A DROITE).....	27
FIGURE 17 : REPRESENTATION DU CONGENERE LE PLUS TOXIQUE : 2,3,7,8-TETRACHLORODIBENZODIOXINE (TCDD) OU LA DIOXINE DE SEVESO.....	27
FIGURE 18 : CALCUL DE L'I-TEQ.	28
FIGURE 19 : REPARTITION DES SOURCES D'EMISSIONS ANTHROPIQUES EN DIOXINES ET FURANES POUR L'ANNEE 2014	29
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

TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : LOCALISATION DES SITES DE PRELEVEMENT POUR LA CAMPAGNE 2019.....	10
TABLEAU 2 : FREQUENCE D'APPARITION DES VENTS EN % DU 02 MAI AU 01 JUILLET 2019	11
TABLEAU 3 : TAUX D'EXPOSITION DES 4 SITES DE MESURES A L'UTOM DE SARAN	12
TABLEAU 4 : CONCENTRATIONS DES 17 CONGENERES LES PLUS TOXIQUES (PG/(J.M ²)) DU 02 MAI AU 01 JUILLET 2019 AUTOUR DE L'INCINERATEUR DE SARAN	14
TABLEAU 5 : EQUIVALENTS TOXIQUES MINIMA PAR CONGENERE ET PAR SITE OBSERVES AUTOUR DE L'UTOM DE SARAN DU 02 MAI AU 01 JUILLET 2019 (EN PG I-TEQ/M ² /JOUR).....	15
TABLEAU 6 : COMPARAISON DES EQUIVALENTS TOXIQUES (EN PG I-TEQ/M ² /JOUR) OBTENUS LORS DES CAMPAGNES DE 2005 A 2019	16
TABLEAU 7 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS LES RETOMBES PARTICULAIRES EN µG/M ² / JOUR POUR LES CAMPAGNES DE SURVEILLANCES DE 2007 A 2019 SUR LE SITE N1	18
TABLEAU 8 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS LES RETOMBES PARTICULAIRES EN µG/M ² /JOUR POUR LES CAMPAGNES DE SURVEILLANCES DE 2007 A 2019 SUR LE SITE S1.....	18
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

GLOSSAIRE

Dioxines et furanes :

- PCDD
 - 2,3,7,8 TCDD Polychlorodibenzodioxines
 - 1,2,3,7,8 PeCDD 2,3,7,8 TétraChloroDibenzoDioxine
 - 1,2,3,4,7,8 HxCDD 1,2,3,7,8 PentaChloroDibenzoDioxine
 - 1,2,3,6,7,8 HxCDD 1,2,3,4,7,8 HexaChloroDibenzoDioxine
 - 1,2,3,7,8,9 HxCDD 1,2,3,6,7,8 HexaChloroDibenzoDioxine
 - 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD 1,2,3,7,8,9 HexaChloroDibenzoDioxine
 - OCDD 1,2,3,4,6,7,8,9 HeptaChloroDibenzoDioxine
 - OctoChloroDibenzoDioxine

- PCDF
 - 2,3,7,8 TCDF Polychlorodibenzofuranes
 - 1,2,3,7,8 PeCDF 2,3,7,8 TétraChloroDibenzoFurane
 - 2,3,4,7,8 PeCDF 1,2,3,7,8 PentaChloroDibenzoFurane
 - 1,2,3,4,7,8 HxCDF 2,3,4,7,8 PentaChloroDibenzoFurane
 - 1,2,3,6,7,8 HxCDF 1,2,3,4,7,8 HexaChloroDibenzoFurane
 - 1,2,3,6,7,8 HxCDF 1,2,3,6,7,8 HexaChloroDibenzoFurane
 - 2,3,4,6,7,8 HxCDF 2,3,4,6,7,8 HexaChloroDibenzoFurane
 - 1,2,3,7,8,9 HxCDF 1,2,3,7,8,9 HexaChloroDibenzoFurane
 - 1,2,3,4,6,7,8 HpCDF 1,2,3,4,6,7,8,9 HeptaChloroDibenzoFurane
 - 1,2,3,4,7,8,9 HpCDF 1,2,3,4,7,8,9 HeptaChloroDibenzoFurane
 - OCDF OctoChloroDibenzoFurane

Métaux lourds :

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

Unités :

- pg picogramme (10^{-12} gramme)
- I-TEQ Indicateur équivalent toxique
- pg I-TEQ/m².jour⁻¹ équivalents toxiques en picogramme par mètre carré et par jour

- ng/m³ nanogramme par mètre cube
- µg/m².jour⁻¹ microgramme par mètre carré et par jour
- ng/m².jour⁻¹ nanogramme par mètre carré et par jour
- I-TEQ Indicateur équivalent toxique

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 02 mai 2019 au 01 juillet 2019.

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 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 suite à 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.

III. 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.

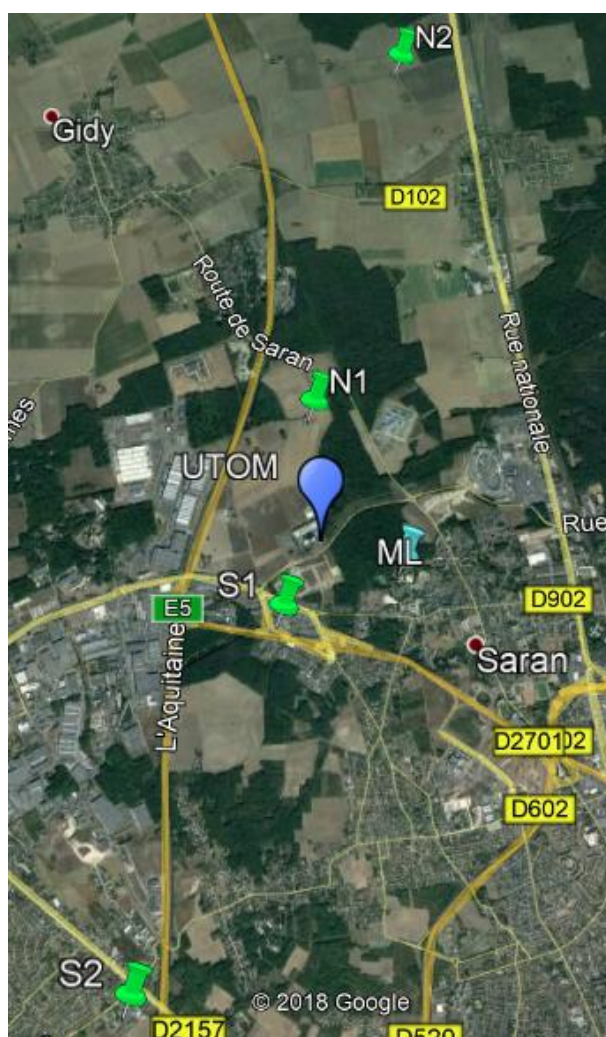


Figure 1 : Emplacement des sites de mesure des retombées de l'UTOM en dioxines et furanes (Source : Google Earth)

¹ cf. Annexe 1 : Localisation des sites page 27

Référence	Nom du site	Coordonnées GPS	Secteur d'influence (+/-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 2019

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 : Préleveur passif de type Jauge Owen sur trépied

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

A. 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



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

des métaux lourds a été réalisé à l'aide d'un préleveur actif d'un débit de 1 m³/h. Les 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).

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).

B. Période de prélèvements

Le plan de surveillance proposé lors de la pré-campagne 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 2019 a été réalisée de mai à juin (du 02 mai au 01 juillet 2019).

IV. 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 et nord nord-est (figures 4 et 5 et tableau 2). Le mois de mai a été froid et déficitaire en pluie. Le mois de juin a, par contre, été relativement chaud et sec et accompagné de violents orages dont le passage de la tempête Miguel au cours de la journée du 7 juin 2019.

Orientation	Vents faibles	Vents forts	Tous vents confondus
N	11,5	2,9	14,4
NE	11,2	8,7	19,9
E	6,9	2,2	9,0
SE	5,5	0,8	6,3
S	6,5	3,3	9,8
SO	8,9	8,2	17,1
O	7,6	4,6	12,2
NO	9,0	2,2	11,2

Tableau 2 : Fréquence d'apparition des vents en % du 02 mai au 01 juillet 2019

Rose des vents sur Orléans du 02 mai au 01 juillet 2019

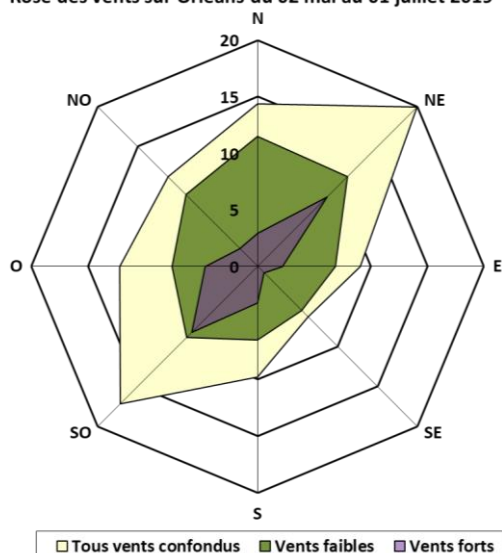


Figure 4 : Roses des vents du 02 mai au 01 juillet 2019 (Source Météo France)

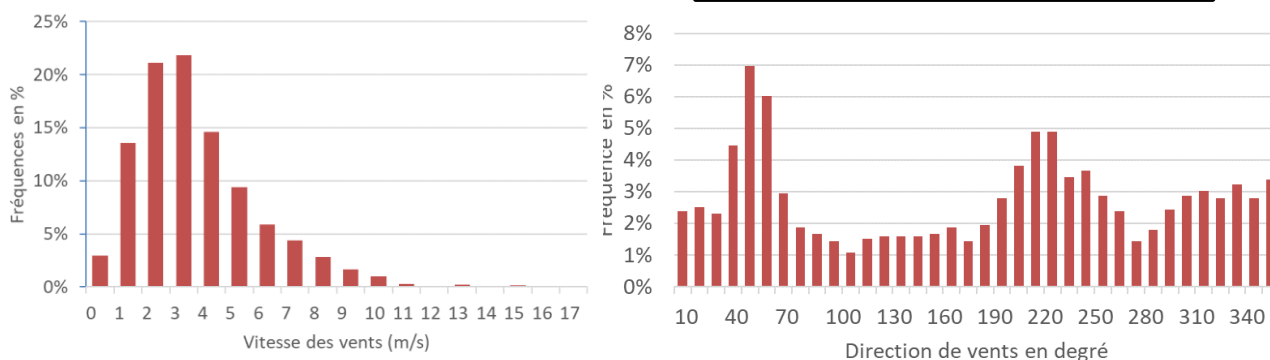
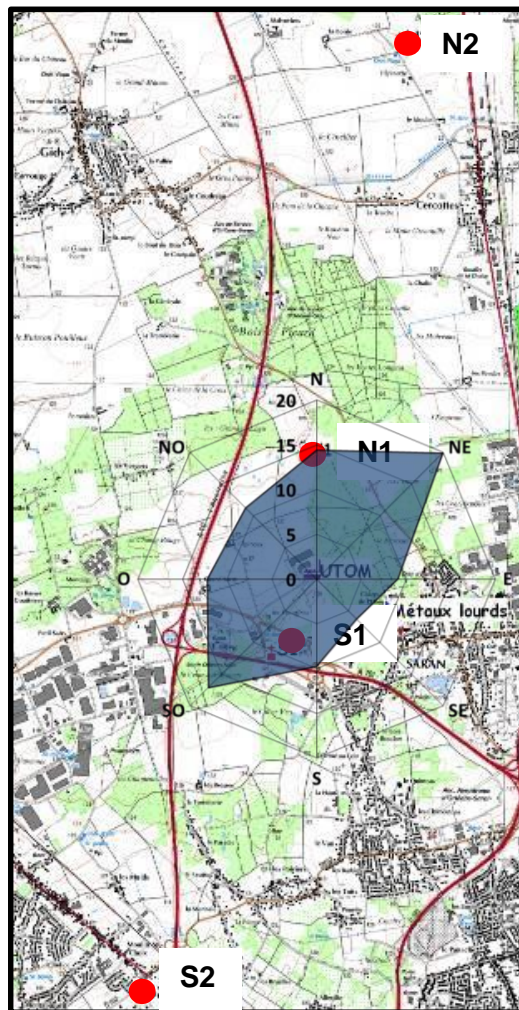


Figure 5 : Histogrammes de répartition des vitesses (à gauche) et direction de vent (à droite)

Les vents ont été majoritairement faibles (inférieurs à 4 m/s), les secteurs les plus fréquents étaient de secteur Nord-Nord-Est et Sud-Ouest. Dans le Tableau 3, ci-dessous sont détaillés les taux d'exposition des différents sites de mesures par rapport à l'UTOM :

Sites	Du 2 mai au 1 ^{er} juillet 2019
N1	23%
N2	26%
S1	37%
S2	37%

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

Les directions plaçant les 4 sites de mesures sous le vent de l'UTOM de Saran représentent plus de 20% du temps pour les sites au nord de l'unité de traitement et 37% pour les sites situés au sud de l'établissement.

En cumul sur la période d'étude, 94 mm de précipitations ont été comptabilisés toutes directions de vents confondues (figure 5). Ces précipitations se sont concentrées essentiellement du 2 mai au 15 juin 2019. A partir du 15 juin 2019, s'est instaurée, jusqu'à la fin de la campagne de mesure, une période de sécheresse au cours de laquelle les précipitations ont été quasi absentes.

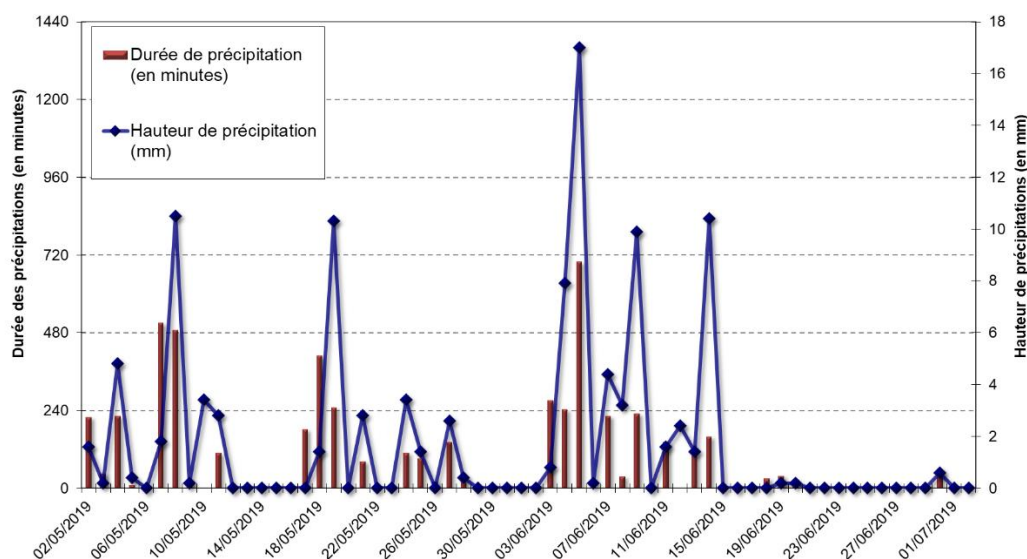


Figure 6 : Hauteur et durée des précipitations du 02 mai au 01 juillet 2019 (Source Météo France)

Les pluies ont été associées à des masses d'air principalement orientées au secteur Sud à Ouest (figure 6).

Rose des précipitations sur Orléans du 02 mai au 01 juillet 2019

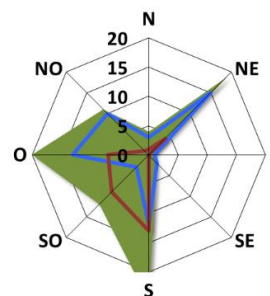


Figure 7 : Rose des hauteurs de précipitations en mm du 02 mai au 01 juillet 2019 (Source Météo France)

■ Tous vents confondus ■ Vents faibles ■ Vents forts

Le cumul des pluies enregistré lors de la période d'étude est inférieur au cumul obtenu en 2018 tout en étant du même ordre de grandeur comme le montre la figure 7.

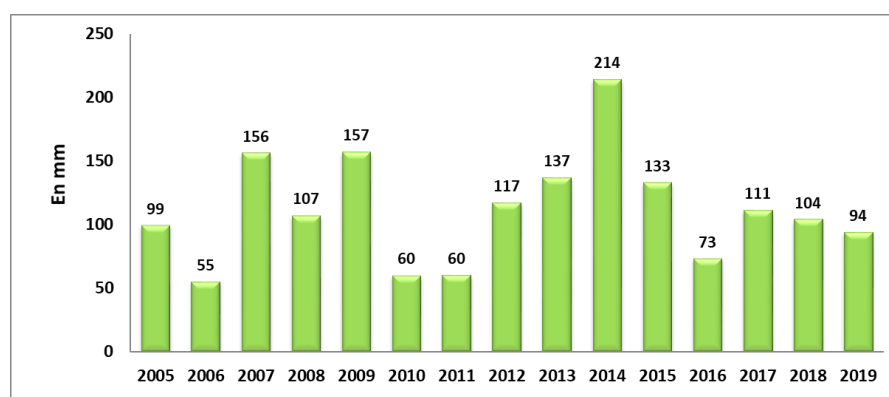


Figure 8 : Evolution des cumuls de précipitations au cours des campagnes de mesures depuis 2005

V. Résultats globaux

A. Dioxines et Furanés²

a) Concentration moléculaire

Les rapports d'analyses fournis par le laboratoire Micropolluants Technologie SA sont présentés en annexe 3. Ils fournissent les niveaux quantifiés en picogramme par échantillon. Les concentrations en $\text{pg}/(\text{j} \cdot \text{m}^2)$ sont calculées à partir de ces résultats, de la surface de collectage des jauges et en fonction du temps d'exposition. Le tableau 3 présente les concentrations de chaque congénère par site ainsi obtenues.

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	< LQ
1,2,3,7,8 PeCDD	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1,2,3,6,7,8 HxCDD	1,0	< LQ	0,3	< LQ	< LQ
1,2,3,7,8,9 HxCDD	1,1	< LQ	0,2	< LQ	< LQ
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	11,2	1,0	4,5	1,9	< LQ
OCDD	16,8	3,9	14,7	6,7	< LQ
2,3,7,8 TCDF	1,6	< LQ	0,4	0,4	< LQ
1,2,3,7,8 PeCDF	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
2,3,4,7,8 PeCDF	0,8	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1,2,3,6,7,8 HxCDF	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
2,3,4,6,7,8 HxCDF	< LQ	< LQ	0,3	< LQ	< LQ
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	1,2	< LQ	1,8	0,6	< LQ
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
OCDF	0,7	< LQ	1,7	0,5	< LQ

Les concentrations sont exprimées en picogramme par jour par m^2 .

Tableau 4 : Concentrations des 17 congénères les plus toxiques ($\text{pg}/(\text{j} \cdot \text{m}^2)$) du 02 mai au 01 juillet 2019 autour de l'incinérateur de Saran

L'analyse du blanc de terrain n'a mis en évidence aucune présence de dioxines et de furanes.

Sur les 17 molécules recherchées, 9 ont été quantifiées sur au moins un des sites. Les sites S1 et N1 ont enregistré la plus grande variété de substances.

Les trois congénères les plus toxiques (le 2,3,7,8 TetraChloroDibenzoDioxine [dioxine de Seveso], le 2,3,4,7,8 PentaChloroDibenzoFurane et 1,2,3,7,8 PentaChloroDibenzoDioxine) sont absents sur les sites S1, N2 et S2. Seul le 2,3,4,7,8 PentaChloroDibenzoFurane (2,3,4,7,8 PeCDF) a été quantifié sur le site N1.

Comme le montre la figure 8, la famille des dioxines est prépondérante sur l'ensemble des sites surveillés. L'OCDD est le composé dont les concentrations ont été les plus élevées, tout site confondu avec une concentration maximale à $16,8 \text{ pg}/(\text{jour} \cdot \text{m}^2)$ sur le site N1. La seconde dioxine la plus représentée est le 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD avec des concentrations les plus élevées sur le site N1 de l'ordre de $11 \text{ pg}/(\text{jour} \cdot \text{m}^2)$.

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

Parmi les furanes, l'OCDF, le 2,3,7,8 TCDF et le 1,2,3,4,6,7,8 HpCDF sont les trois molécules qui obtiennent les concentrations les plus importantes notamment sur le site S1 et N1. Les autres congénères identifiés présentent, quant à eux, des concentrations faibles, inférieures à 1 pg/(jour.m²).

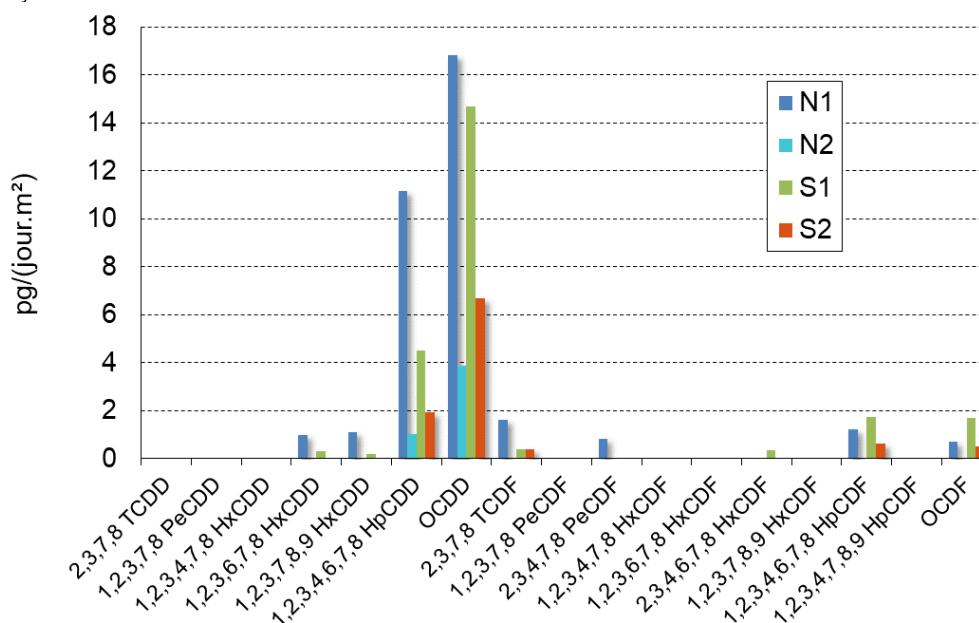


Figure 9 : Concentrations des différents congénères mesurés du 02 mai au 01 juillet 2019 en pg/(jour.m²)

b) Equivalent toxique

Le tableau 4 présente les équivalents toxiques (I-TEQ_{OTAN}) en picogramme ramenés à l'unité de surface (m²) et par jour (cf. Annexe 2 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	0,10		0,03	
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,11		0,02	
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0,11	0,01	0,05	0,02
OCDD	0,02	0,004	0,01	0,01
2,3,7,8 TCDF	0,16		0,04	0,04
1,2,3,7,8 PeCDF				
2,3,4,7,8 PeCDF	0,42			
1,2,3,4,7,8 HxCDF				
1,2,3,6,7,8 HxCDF				
2,3,4,6,7,8 HxCDF			0,03	
1,2,3,7,8,9 HxCDF				
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,01		0,02	0,01
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF				
OCDF	0,001		0,002	0,001
Total	0,93	0,01	0,20	0,07

Tableau 5 : Equivalents toxiques minima par congénère et par site observés autour de l'UTOM de Saran du 02 mai au 01 juillet 2019 (en pg I-TEQ/m²/jour)

L'équivalent toxique le plus élevé est observé sur le site N1 avec 0,93 pg I-TEQ/m²/jour suivi par le site S1 avec 0,2 pg I-TEQ/m²/jour. Les sites N2 et S2 ont un équivalent toxique très faible, inférieur à 0,1 pg I-TEQ/m²/jour. Sur le site N1, le congénère 2,3,4,7,8 Penta-Chloro-Dibenzo-Furane (PeCDF) représente à lui seul près de 45% de l'équivalent toxique.

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

c) Comparaison aux résultats des précédentes campagnes

Les résultats de la campagne de mesures réalisée par Lig'Air du 02 mai au 01 juillet 2019 sont comparés à ceux des précédentes études dans le tableau 5 et la figure 9.

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

/ : Absence de donnée

Tableau 6 : Comparaison des équivalents toxiques (en pg I-TEQ/m²/jour) obtenus lors des campagnes de 2005 à 2019

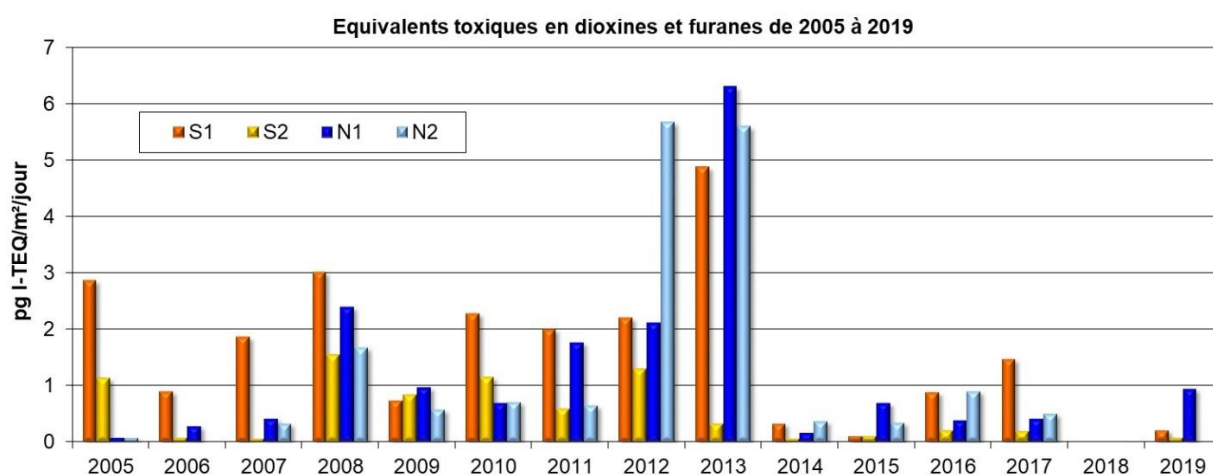


Figure 10 : Comparaison des équivalents toxiques (en pg I-TEQ/m²/jour) obtenus lors des campagnes de 2005 à 2019

Les équivalents toxiques calculés au cours de cette campagne 2019 sont faibles et du même ordre de grandeur que ceux mesurés depuis 2014 à l'exception de la campagne de mesure de 2018 au cours de laquelle aucune présence de dioxines et furanes n'avait été détectée.

B. Métaux Lourds

a) Métaux lourds dans les retombées atmosphériques

Les résultats provenant du laboratoire d'analyses sont présentés en annexe 4. Les mesures des parties solubles et insolubles ont été regroupées par métal sous une concentration unique en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$. L'analyse du blanc terrain a mis en évidence l'absence de métaux lourds dans la partie insoluble et la présence d'arsenic 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) ne seront pas soustraits aux résultats de mesures pour la campagne 2019.

Les résultats sont présentés sur la figure 10 et sont comparés à ceux des campagnes précédentes dans les tableaux 6 et 7 et sur les figures 11 et 12.

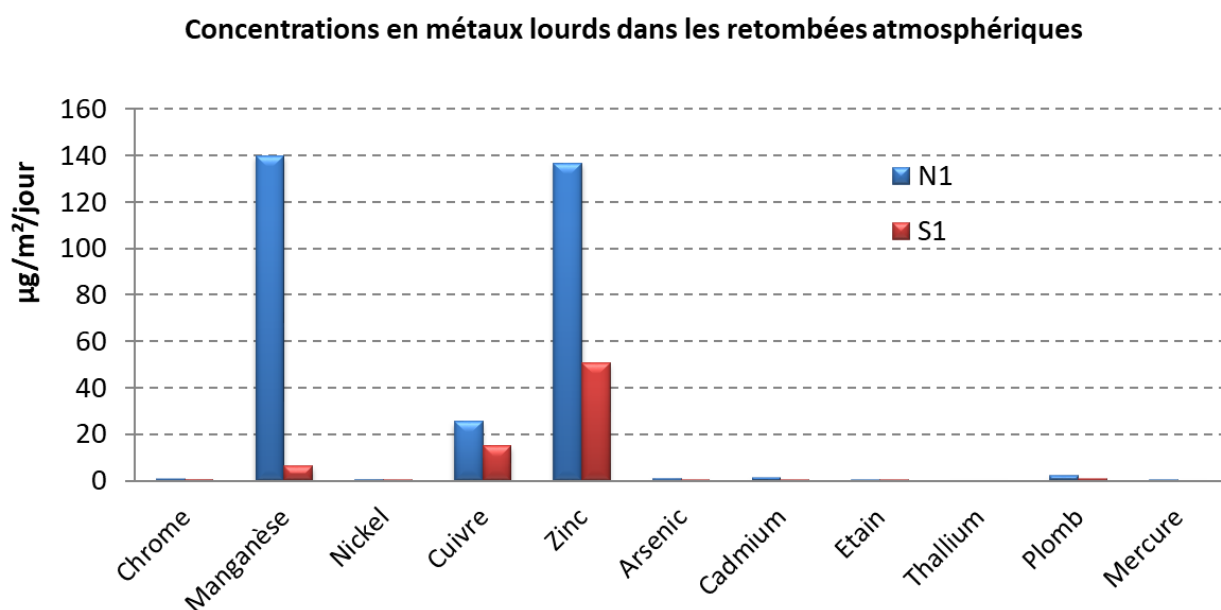


Figure 11 : Concentrations des différents métaux lourds dans les retombées atmosphériques sur les sites S1 et N1 du 02 mai au 01 juillet 2019

Comme pour les années précédentes, le zinc, le manganèse et le cuivre sont les métaux les plus observés sur les deux sites de mesures. Ces trois composés présentent des concentrations plus élevées sur le site N1 que sur le site S1. Le manganèse est notamment 20 fois plus élevé sur le site N1 que sur le site S1.

Les tableaux 6 et 7 présentent l'historique 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 ou inférieures aux limites de détection. Les figures 11 et 12 permettent de visualiser l'évolution des concentrations de 2015 à 2019, les figures regroupant les données de 2005 à 2019 sont disponibles en annexe 3.

Unité : µg/m ² /jour	N1												
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Chrome (Cr)	2,1	1,2	0,5	2,6	0,4	2,1	1,1	0,9	2,0	0,4	1,1	0,4	0,8
Manganèse (Mn)	1,2	25,4	8,3	34,6	3,6	28,5	26,3	18,1	10,1	6,9	17,7	18,8	139,9
Nickel (Ni)	0,1	0,7		1,6	0,2	2,7	0,5	0,7	0,9	0,3	0,6	0,3	0,5
Cuivre (Cu)	8,5	7,0	7,7	19,6	3,9	15,3	6,0	11,3	18,4	5,9	8,3	12,7	25,5
Zinc (Zn)	8,4	45,3	13,7	66,3	15,2	45,0	32,1	122,1	80,2	29,8	52,4	47,9	136,7
Arsenic (As)	0,5		0,1	0,9	0,7	0,7	0,1	1,4	0,8	0,6	0,8	0,7	1,1
Cadmium (Cd)		0,1		0,01	0,03	0,2		0,1	0,05	0,02	0,6	0,3	1,3
Etain (Sn)	0,05	0,3	0,3	0,2	0,3	0,5	0,2	0,5	1,3	0,2	0,2	0,1	0,2
Thallium (Tl)													
Plomb (Pb)	1,0	2,0	1,7	26,4	0,8	3,2	10,4	4,5	4,4	2,5	2,7	1,8	2,2
Mercure (Hg)										0,01	0,01	0,02	0,03

Tableau 7 : Concentrations en métaux lourds dans les retombées particulaires en µg/m²/jour pour les campagnes de surveillances de 2007 à 2019 sur le site N1

Unité : µg/m ² /jour	S1												
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Chrome (Cr)	0,3	0,8	1,1	2,4	0,9	5,2	2,9	2,7	0,5	1,5	1,6	3,6	0,7
Manganèse (Mn)	1,8	11,0	7,3	35,7	6,8	35,7	29,6	18,0	7,2	21,7	9,8	31,4	6,3
Nickel (Ni)	0,1	0,6	0,1	3,6	1,9	4,0	1,3	2,3	0,2	0,5	0,5	1,5	0,3
Cuivre (Cu)	11,3	17,5	15,4	37,0	13,8	33,3	29,9	27,2	20,5	15,2	14,1	27,2	15,0
Zinc (Zn)	40,4	66,5	77,1	134,5	57,6	147,4	126,3	97,1	95,9	85,6	73,1	108,6	50,5
Arsenic (As)	0,6		0,2	1,3	0,8	1,3	0,3	1,4	2,2	0,5	0,2	0,8	0,5
Cadmium (Cd)				0,3	0,02	0,1	0,1	0,1	0,1	0,01	1,4	0,1	0,01
Etain (Sn)	0,1	0,05	1,1	1,7	0,7	3,0	1,6	1,8	0,1	1,1	0,8	1,4	0,5
Thallium (Tl)													
Plomb (Pb)	0,4	3,6	3,8	29,3	1,6	8,2	7,4	9,1	1,4	4,4	1,7	3,1	0,9
Mercure (Hg)				0,02			0,02	0,01		0,01		0,01	

Tableau 8 : Concentrations en métaux lourds dans les retombées particulaires en µg/m²/jour pour les campagnes de surveillances de 2007 à 2019 sur le site S1

De manière générale, sur le site N1, les concentrations sont nettement à la hausse par rapport aux années précédentes (cf. tableaux 6 et 7 et figures 11 et 12). Sur ce site, la campagne 2019 correspond désormais aux maxima observés depuis le début de la surveillance pour le manganèse et le zinc avec respectivement des concentrations à 140 µg/m²/jour et 137 µg/m²/jour. De même pour le cuivre et le cadmium, les concentrations mesurées au cours de cette campagne correspondent au maxima pour ce site depuis le début de la surveillance. En France, il n'existe pas actuellement de réglementation pour les métaux lourds présents dans les retombées atmosphériques. Toutefois, en Suisse, le zinc est soumis à une valeur de référence pour les dépôts de métaux (en moyenne annuelle). Elle est de 400 µg/m²/j. La concentration obtenue sur le site N1 reste inférieure à cette valeur de référence.

Concernant le manganèse, une recherche bibliographique notamment parmi les études réalisées par les autres AASQA de la fédération ATMO France a permis de répertorier une gamme de concentrations de ce composé dans les retombées atmosphériques variant de 7 à 573 µg/m²/j.

Il n'est pas possible en l'état des connaissances d'imputer les concentrations en métaux lourds dans les retombées atmosphériques à une source identifiée.

En plus de l'activité des incinérateurs d'ordures ménagères, les sources des métaux lourds sont diverses. Ils peuvent être d'origine terrigène liée notamment à la nature et la composition du sol mais aussi aux résidus des matières épandues précédemment sur ces mêmes sols (ex : épandage des boues). Ils peuvent résulter aussi de processus de combustion : incendies de forêts et brûlage des déchets, circulation routière.

Les nombreux travaux à l'est de l'UTOM (zone en phase d'urbanisation importante), pourraient être aussi une source supplémentaire de ces éléments dans l'air.

Au regard des résultats des mesures en continue dans l'air ambiant (paragraphe b) Métaux lourds dans les particules en suspension PM₁₀ ci-dessous), la dernière semaine de prélèvement (semaine 26, fin juin), matérialisée par les maxima pour le zinc, le manganèse, du cuivre et du plomb semble avoir été la plus impactée par la ou les sources émettrices de métaux lourds.

Pour le site S1, globalement, les niveaux mesurés au cours de la campagne 2019 sont inférieurs à ceux des années précédentes pour l'ensemble des métaux lourds recherchés.

Sur les deux sites, l'étain, le cadmium, l'arsenic et le nickel présentent des niveaux plus faibles. Enfin, le mercure et le thallium restent quasiment inexistantes.

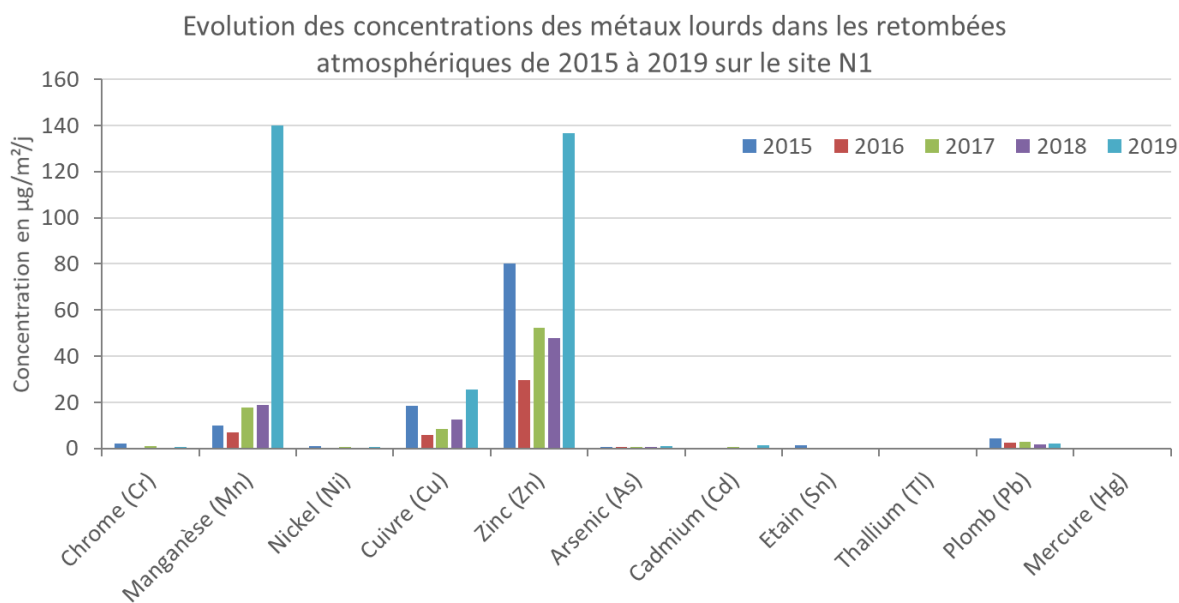


Figure 12 : Concentrations en métaux lourds dans les retombées particulaires en µg/m³/jour pour les campagnes de 2015 à 2019 sur le site N1

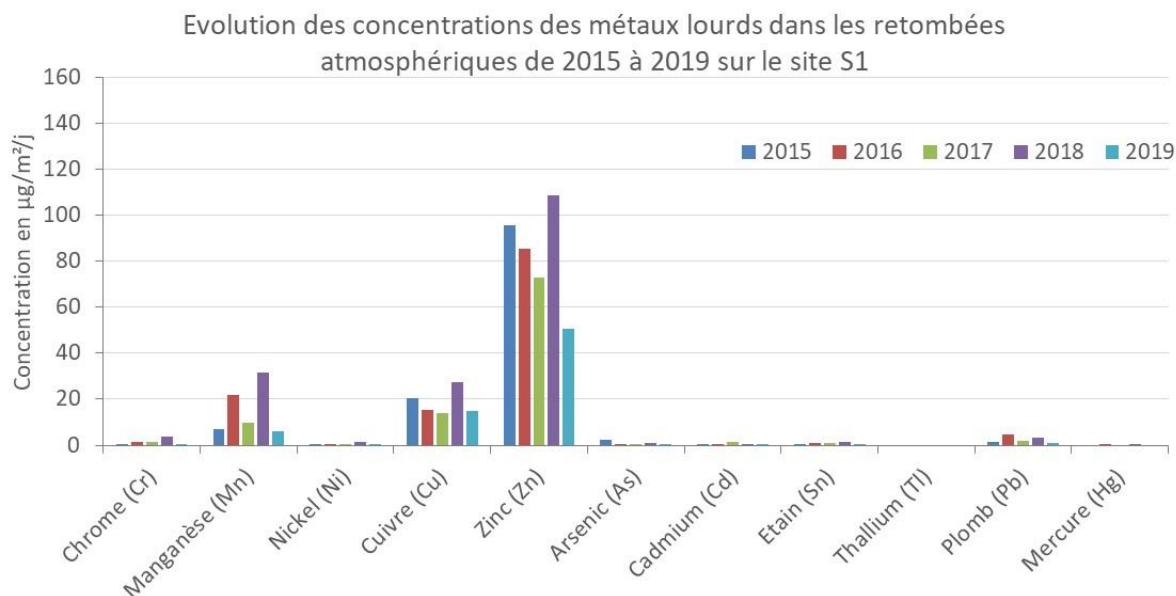


Figure 13 : Concentrations en métaux lourds dans les retombées particulaires en µg/m²/ jour pour les campagnes de 2015 à 2019 sur le site S1

b) Métaux lourds dans les particules en suspension PM₁₀

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 µm (PM₁₀).

Pour les teneurs en métaux lourds dans les particules en suspension, les normes respectives sont présentées dans le tableau 8.

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 9.

Semaines	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Sn	Tl	Pb	Hg
19	0,88	1,51	<LQ	2,28	3,79	0,17	<LQ	<LQ	<LQ	1,23	<LQ
20	0,87	3,34	<LQ	2,64	8,61	0,24	<LQ	<LQ	<LQ	1,69	<LQ
21	1,04	2,91	<LQ	3,21	8,77	0,34	<LQ	0,78	<LQ	2,62	<LQ
22	1,36	1,86	<LQ	2,79	5,07	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,34	<LQ
23	1,25	1,79	<LQ	2,57	3,43	0,15	<LQ	<LQ	<LQ	0,97	<LQ
24	0,80	1,33	<LQ	2,47	1,99	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,60	<LQ
25	0,86	2,86	<LQ	3,33	10,68	0,20	<LQ	<LQ	<LQ	2,11	<LQ
26	1,72	7,57	0,94	5,11	13,15	0,41	<LQ	1,18	<LQ	3,97	<LQ

Les concentrations sont exprimées en ng/m³.

<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'Etang à Saran (en ng/m³)

En ce qui concerne les polluants normés (Pb, As, Cd et Ni), ces derniers ont enregistré des niveaux largement inférieurs aux normes (tableau 8). Pour le plomb, le maximum hebdomadaire enregistré lors de la dernière semaine de la campagne ne représente que 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 (2,90 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 en 2019. Il est suivi de loin par le manganèse, le cuivre et le plomb (figure 13 et tableau 9). Le zinc enregistre des concentrations maximales au cours de la semaine 26 à 13 ng/m³. Le mercure reste inférieur à la limite de quantification.

La dernière semaine de surveillance, semaine 26 (figure 15) est caractérisée par la présence des maxima pour l'ensemble des métaux recherchés dans l'air ambiant.

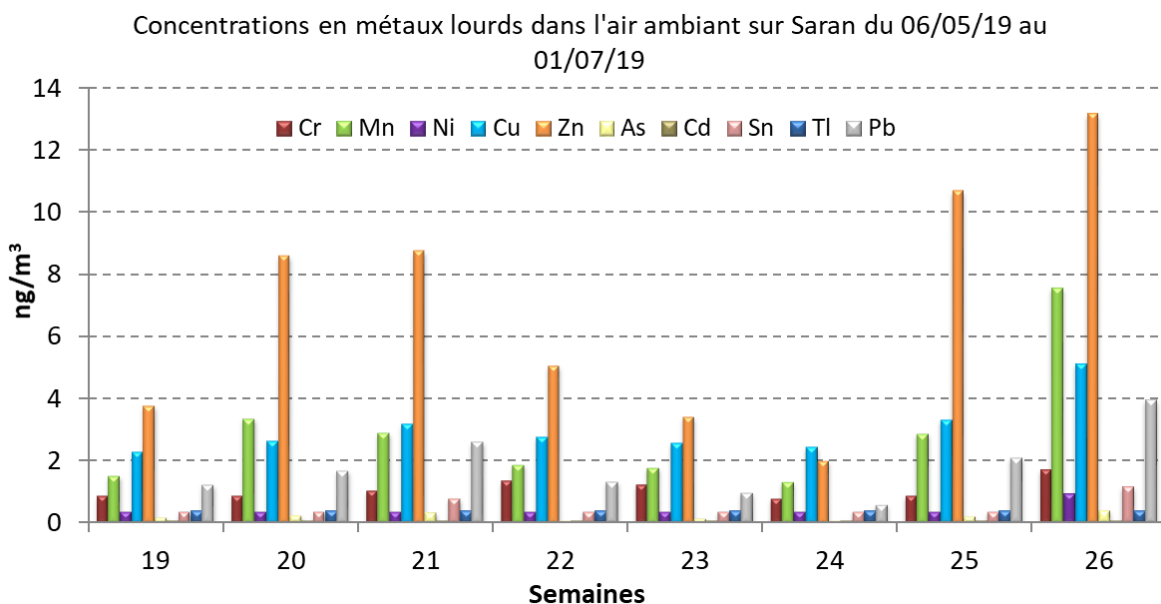


Figure 14 : Concentrations en métaux lourds dans l'air ambiant du 06 mai au 01 juillet 2019 en ng/m³

Pour l'année 2019, à l'exception du zinc en forte baisse, l'ensemble des concentrations des autres métaux lourds reste stable par rapport aux années antérieures (figure 14 et annexe 3 pour l'évolution des concentrations de 2005 à 2019).

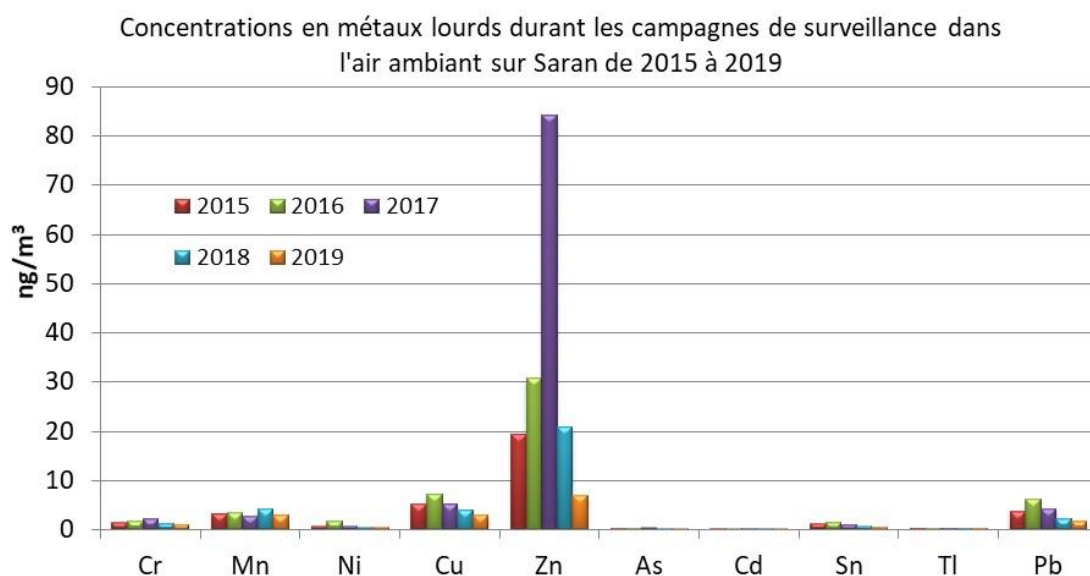


Figure 15 : Evolution des moyennes des concentrations en métaux lourds dans l'air ambiant de 2015 à 2019 en ng/m³

C. 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. Elle correspond à la quinzième 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 02 mai au 01 juillet 2019 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 2019 présentent des niveaux parmi les plus faibles enregistrés au cours des différentes campagnes de surveillance à l'exception de la campagne de mesure de 2018 au cours de laquelle aucune présence de dioxines et furanes n'avait été détectée. Ils sont compris entre 0,01 et 0,93 pg I-TEQOTAN/m²/jour. 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. Pour le site N1, la campagne 2019 est marquée par des concentrations élevées en manganèse (140 µg/m²/jour), en zinc (137 µg/m²/jour), en cuivre (25,5 µg/m²/j) et en cadmium (1,3 µg/m²/j) correspondant aux concentrations les plus élevées depuis le début de la surveillance sur le site N1. Contrairement aux autres années, l'année 2019 est marquée par des concentrations en

métaux lourds dans les retombées atmosphériques plus élevées sur le site N1 que sur le site S1. Les niveaux mesurés lors de cette campagne sont une résultante provenant d'une ou de plusieurs sources qu'il est impossible à l'état actuel des connaissances d'identifier. Cependant les mesures des métaux dans les particules en suspension montrent que c'est durant la semaine 26 que les émissions de cette ou de ces sources étaient les plus importantes. Cette semaine était marquée par les concentrations les plus élevées en métaux lourds dans l'air ambiant sur le site de Saran.

Pour les métaux lourds dans les particules en suspension (PM₁₀), les concentrations des 4 éléments normés en air ambiant, Pb, As, Cd et 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. Après une hausse progressive depuis 2013, ces dernières redeviennent similaires à celles de 2013. Le zinc ne fait pas partie des métaux réglementés dans l'air ambiant. Pour l'année 2019, à l'exception du zinc, l'ensemble des concentrations des autres métaux lourds reste stable par rapport aux années antérieures.

Campagne de l'année 2020, ...

La campagne 2020 se déroulera de juillet à août 2020. Les méthodes de prélèvement ainsi que les polluants mesurés resteront inchangés.

D. 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.

VI. 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)



ANNEXE 2 – 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...).

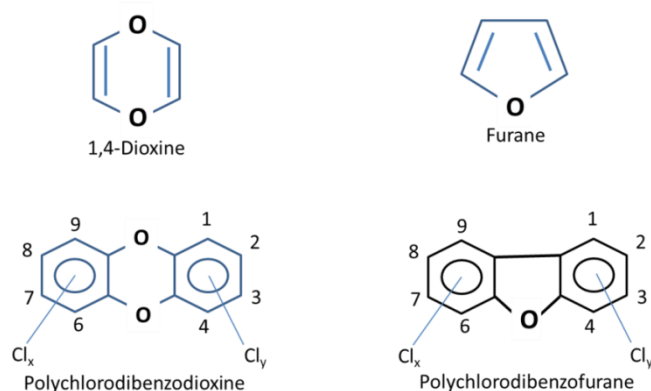


Figure 16 : Représentation des molécules PCDD (à gauche) et PCDF (à droite)

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 existant 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 tous 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).

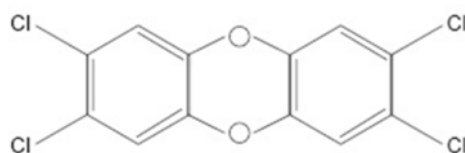


Figure 17 : Représentation du congénère le plus toxique : 2,3,7,8-tétrachlorodibenzodioxine (TCDD) ou la dioxine de Seveso

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 18 : calcul de l'I-TEQ.

Il existe deux facteurs, l'un utilisé par l'OTAN : I-TEQ, et l'autre utilisé par l'OMS : I-TE.

Dans la suite du rapport, les équivalents toxiques seront calculés avec les facteurs utilisés par l'OTAN.

DIOXINES CONGENERES	I-TEQ OTAN (1988)	I-TE OMS (1997)	FURANES CONGENERES	I-TEQ OTAN (1988)	I-TE OMS (1997)
2,3,7,8 TCDD	1	1	2,3,7,8 TCDF	0,1	0,1
			2,3,4,7,8 PeCDF	0,5	0,5
1,2,3,7,8 PeCDD	0,5	1	1,2,3,7,8 PeCDF	0,05	0,05
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	0,0001	OCDF	0,001	0,0001

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).

Les inventaires réalisés par le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique) traduisent une forte baisse des émissions anthropiques de

dioxines et furanes depuis 1990. Celles-ci sont en effet passées d'environ 1 722 g I-TEQ en 1995 à environ 117 g I-TEQ en 2014 g I-TEQ³.

Depuis le bilan SECTEN 2014, le résidentiel/tertiaire a fortement augmenté, par la prise en compte du brûlage illicite de câbles. Cette révision change totalement la répartition par secteur, car le résidentiel/tertiaire devient maintenant la première source devant l'industrie.

D'après les données de l'inventaire des émissions du CITEPA pour l'année 2014, les émissions de dioxines et furanes, en g ITEQ, en France, sont majoritairement issues du secteur résidentiel-tertiaire (figure 18).

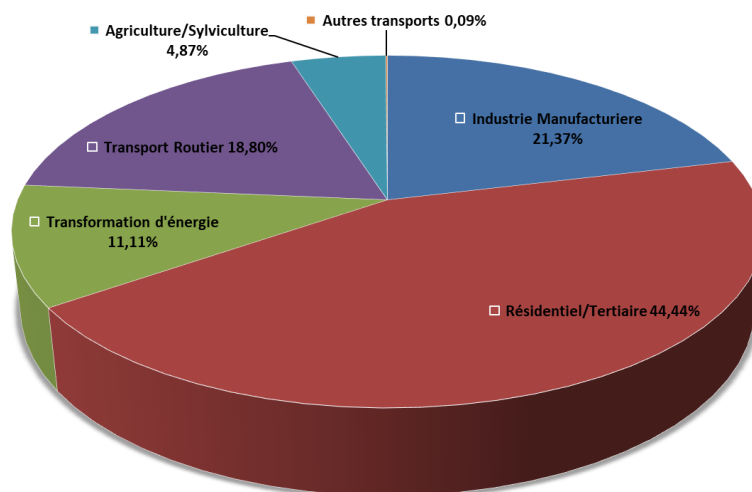


Figure 19 : Répartition des sources d'émissions anthropiques en dioxines et furanes pour l'année 2014⁴

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 19). La principale voie de contamination humaine par les dioxines et furanes est l'ingestion (90% de l'exposition).

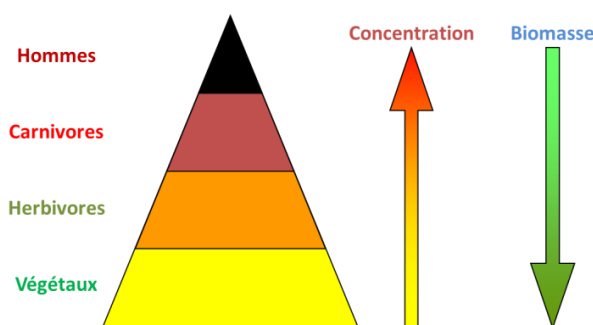


Figure 20 : Evolution des concentrations en dioxines et furanes le long de la chaîne alimentaire

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.

³ CITEPA, Rapport national d'inventaire-Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – Séries sectorielles et analyses étendues-FORMAT SECTEN-Avril 2014.

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 20 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].

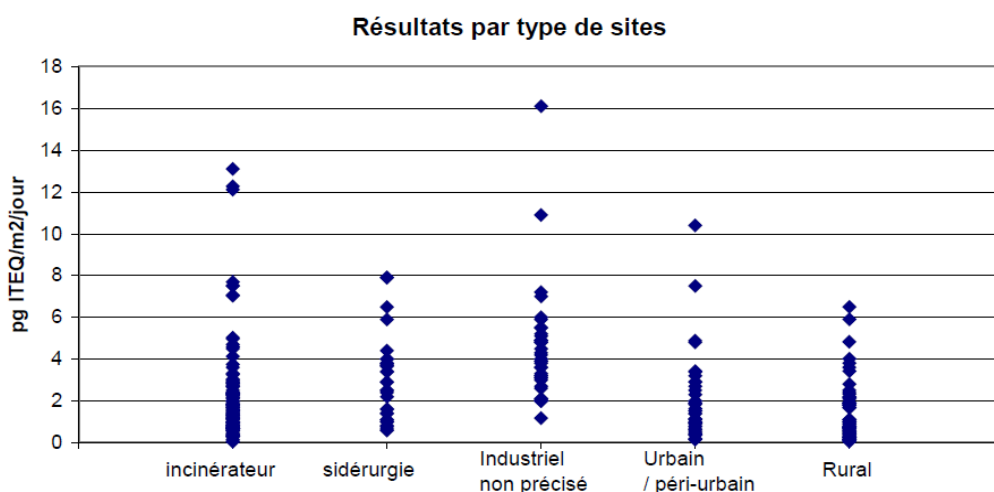
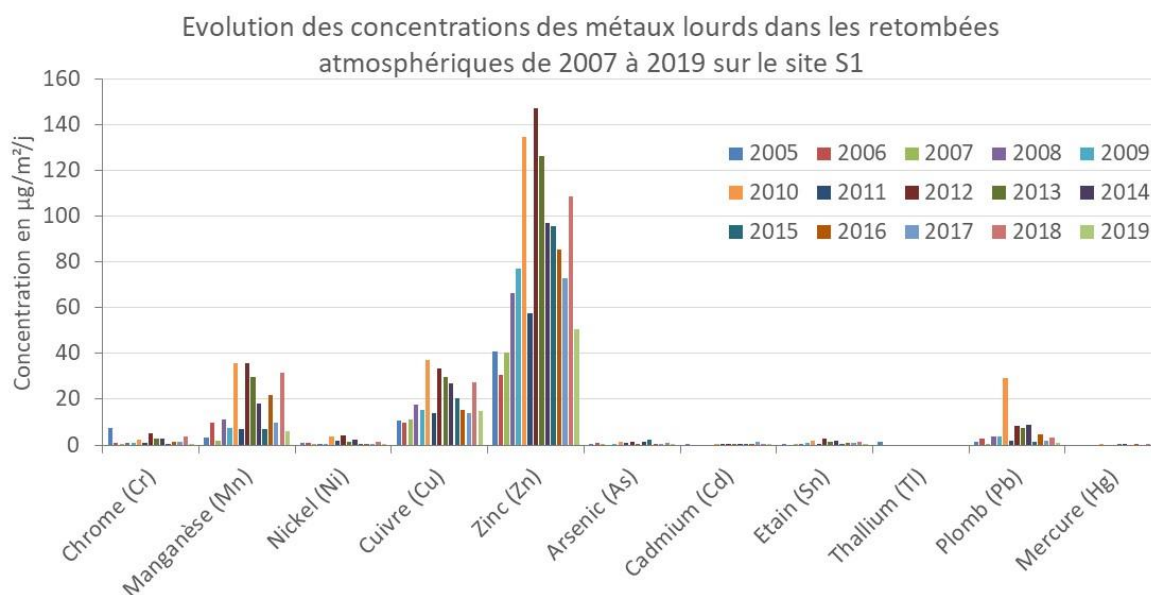
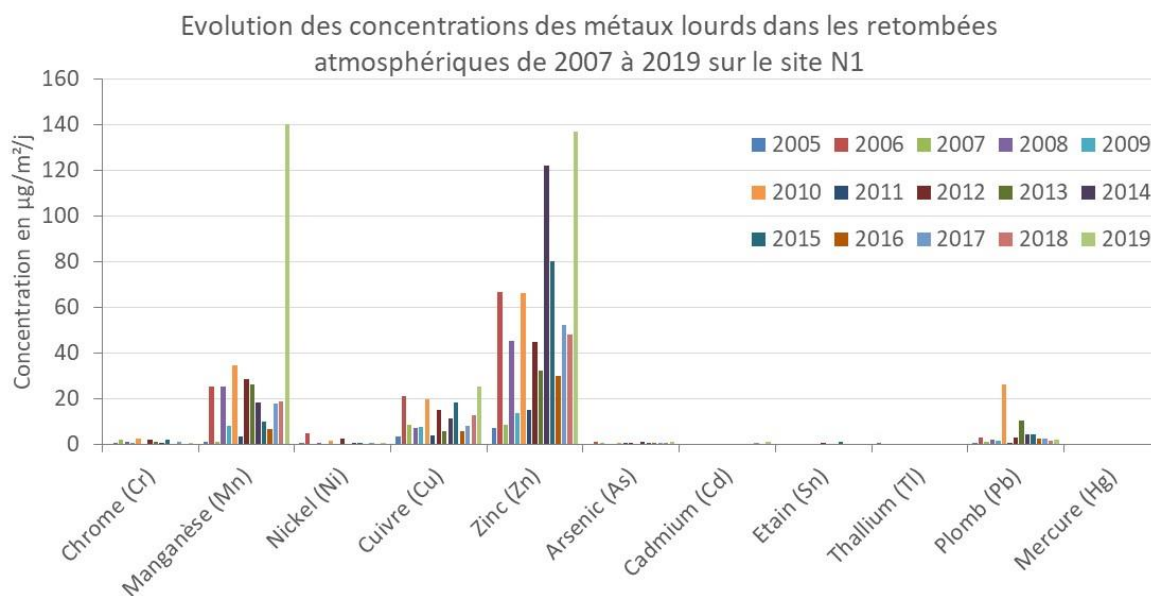


Figure 21 : Equivalents toxiques mesurés en France de 2006 à 2010 dans les retombées atmosphériques (source : AASQA)

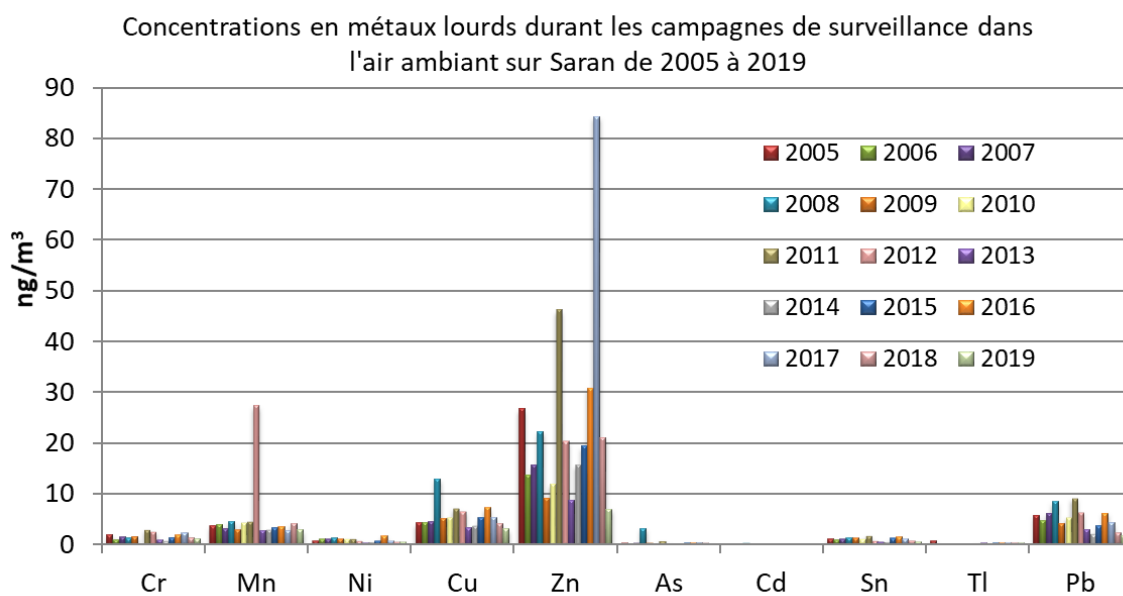
Les mesures menées sur des sites autour des incinérateurs, sont dans la majorité des cas, inférieures à 10 pg ITEQ/m²/jour.

ANNEXE 3 – Evolutions de 2005 à 2019 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 2005 à 2019



Concentrations en métaux lourds dans l'air ambiant sur le site Château de l'Etang à Saran des campagnes de 2005 à 2019



ANNEXE 4 – 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 87.50.81.31

RAPPORT D'ANALYSES ENOG019_PCD_R1

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

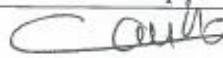
Vos références : N°2019.07.092 du 03/07/2019 Campagne ORVADE-2/2

DESRIPTIF DE L'ANALYSE DE DIOXINES / FURANES - RETOMBÉES ATMOSPHÉRIQUES

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 : Méthodes internes MOp C-4/58
Technique : HRGC_HRMS

Date	Description	Validé par
23/07/2019	RAPPORT FINAL	 D. OUSLIMANE

Responsable d'analyses



La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 6 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

MicroPolluants Technologie SA

Page 1 sur 6

ENOG019_PCD_R1.doc

Echantillon reçu le : 08/07/2019

Référence Interne	ENOG018				
Référence Externe	SARAN blanc jauges dioxines 2019 BLANC				
Nature	Retombées atmosphériques totales				
Volume d'échantillon (l)	1,500				
Masse de particules insolubles (g)	0,041				
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	89
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	81
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	95
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	94
OCDD *	< 1,000	0,001	0,000	0,001	99
Dioxines	< 4,250				
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	9
2,3,4,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	83
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	77
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	89
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	78
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	9
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	< 1,000	0,01	0,000	0,010	89
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 1,000	0,01	0,000	0,010	10
OCDF *	< 1,000	0,001	0,000	0,001	89
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 19/07/2019 à 11:06				
Analyse par GC/HRMS	Le 20/07/2019 à 12:27				

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 : 08/07/2019

Référence Interne		ENOG019			
Référence Externe		SARAN-N1-05-19-D			
Nature		Retombées atmosphériques totales			
Volume d'échantillon (l)		8,920			
Masse de particules insolubles (g)		0,232			
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	95
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	99
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	63
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	2,835	0,1	0,284	0,284	163
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	3,279	0,1	0,328	0,328	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	32,783	0,01	0,328	0,328	126
OCDD *	49,502	0,001	0,050	0,050	127
Dioxines	88,399 < Total < 89,649				
2,3,7,8 TCDF *	4,788	0,1	0,479	0,479	84
1,2,3,7,8 PeCDF *	< 0,500	0,05	0,000	0,025	0
2,3,4,7,8 PeCDF *	2,457	0,5	1,229	1,229	94
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	106
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	118
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	89
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	3
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	3,548	0,01	0,035	0,035	102
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 1,000	0,01	0,000	0,010	3
OCDF *	2,067	0,001	0,002	0,002	112
Furanes	12,860 < Total < 16,360				
TOTAL TEQ NATO (pg/échantillon)			2,734	3,519	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/échantillon)			2,687	3,722	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/échantillon)			2,206	3,231	
Total TCDD	< 25,000				
Total PeCDD	< 50,000				
Total HxCDD	< 50,000				
Total HpCDD	40,009				
Total PCDD	89,511 < Total < 214,511				
Total TCDF	< 25,000				
Total PeCDF	< 50,000				
Total HxCDF	< 50,000				
Total HpCDF	10,063				
Total PCDF	12,130 < Total < 137,130				
Marquage de l'extrait avant injection		Le 19/07/2019 à 11:06			
Analyse par GC/HRMS		Le 20/07/2019 à 13:06			

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 : 08/07/2019

Référence Interne		ENOG020			
Référence Externe		SARAN-N2-05-19-D			
Nature		Retombées atmosphériques totales			
Volume d'échantillon (l)		9,160			
Masse de particules insolubles (g)		0,064			
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	82
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	183
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	76
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	90
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	3,006	0,01	0,030	0,030	100
OCDD *	11,392	0,001	0,011	0,011	102
Dioxines	14,398 < Total < 16,648				
2,3,7,8 TCDF *	< 0,250	0,1	0,000	0,025	74
1,2,3,7,8 PeCDF *	< 0,500	0,05	0,000	0,025	4
2,3,4,7,8 PeCDF *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	179
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	86
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	73
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	2
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	< 1,000	0,01	0,000	0,010	99
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 1,000	0,01	0,000	0,010	2
OCDF *	< 1,000	0,001	0,000	0,001	98
Furannes	< 6,250				
TOTAL TEQ NATO (pg/échantillon)			0,041	1,212	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/échantillon)			0,031	1,451	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/échantillon)			0,033	1,344	
Total TCDD	< 25,000				
Total PeCDD	< 50,000				
Total HxCDD	< 50,000				
Total HpCDD	< 10,000				
Total PCDD	11,392 < Total < 146,392				
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 19/07/2019 à 11:06			
Analyse par GC/HRMS		Le 20/07/2019 à 13:46			

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 : 08/07/2019

Référence Interne		ENOG021			
Référence Externe		SARAN-S1-05-19-D			
Nature		Retombées atmosphériques totales			
Volume d'échantillon (l)		8,660			
Masse de particules insolubles (g)		0,126			
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	91
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	92
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	84
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	0,859	0,1	0,086	0,086	93
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	0,534	0,1	0,053	0,053	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	13,249	0,01	0,132	0,132	100
OCDD *	43,229	0,001	0,043	0,043	106
Dioxines	57,871 < Total < 59,121				
2,3,7,8 TCDF *	1,135	0,1	0,114	0,114	82
1,2,3,7,8 PeCDF *	< 0,500	0,05	0,000	0,025	29
2,3,4,7,8 PeCDF *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	92
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	81
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	92
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	1,024	0,1	0,102	0,102	79
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	13
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	5,150	0,01	0,052	0,052	97
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 1,000	0,01	0,000	0,010	8
OCDF *	4,930	0,001	0,005	0,005	101
Furannes	12,239 < Total < 15,739				
TOTAL TEQ NATO (pg/échantillon)			0,587	1,572	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/échantillon)			0,544	1,779	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/échantillon)			0,554	1,679	
Total TCDD	< 25,000				
Total PeCDD	< 50,000				
Total HxCDD	< 50,000				
Total HpCDD	24,259				
Total PCDD	67,488 < Total < 192,488				
Total TCDF	< 25,000				
Total PeCDF	< 50,000				
Total HxCDF	< 50,000				
Total HpCDF	< 10,000				
Total PCDF	4,930 < Total < 139,930				
Marquage de l'extrait avant injection		Le 19/07/2019 à 11:06			
Analyse par GC/HRMS		Le 20/07/2019 à 14:25			

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 : 08/07/2019

Référence Interne		ENOG022			
Référence Externe		SARAN-S2-05-19-D			
Nature		Retombées atmosphériques totales			
Volume d'échantillon (l)		8,080			
Masse de particules insolubles (g)		0,311			
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	86
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 *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	90
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	5,646	0,01	0,056	0,056	94
OCDD *	19,662	0,001	0,020	0,020	96
Dioxines	25,308 < Total < 27,558				
2,3,7,8 TCDF *	1,087	0,1	0,109	0,109	79
1,2,3,7,8 PeCDF *	< 0,500	0,05	0,000	0,025	8
2,3,4,7,8 PeCDF *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	85
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	74
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	83
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	74
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	3
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	1,890	0,01	0,019	0,019	91
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 1,000	0,01	0,000	0,010	2
OCDF *	1,513	0,001	0,002	0,002	95
Furannes	4,491 < Total < 8,491				
TOTAL TEQ NATO (pg/échantillon)			0,205	1,340	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/échantillon)			0,186	1,571	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/échantillon)			0,190	1,465	
Total TCDD	< 25,000				
Total PeCDD	< 50,000				
Total HxCDD	< 50,000				
Total HpCDD	10,752				
Total PCDD	30,414 < Total < 155,414				
Total TCDF	< 25,000				
Total PeCDF	< 50,000				
Total HxCDF	< 50,000				
Total HpCDF	< 10,000				
Total PCDF	1,513 < Total < 136,513				
Marquage de l'extrait avant injection		Le 19/07/2019 à 11:06			
Analyse par GC/HRMS		Le 20/07/2019 à 15:04			

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

ANNEXE 5 – RAPPORTS D'ANALYSE DES METAUX LOURDS



4, rue de Bert-lez-Ormes
ZAC de Grumont / BP 40 010
57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ
Téléphone : 03 87.50.60.70
Télécopie : 03 87.50.81.31
contact@mp-tech.net
www.mp-tech.net

RAPPORT D'ANALYSES ENOG010_MET_R1

LIG'AIR

Madame Margaux BREITBACH

260, avenue de la Pomme de Pin

45590 - SAINT-CYR-EN-VAL


Vos références N°2019.07.092 du 03/07/2019 Campagne ORVADE-2/2

Echantillon reçu le 08/07/2019 Analyse effectuée le : 11/07/2019

Norme : Minéralisation_ICPMS selon NF EN ISO 17294-2

Technique : ICP_MS

Matrice : Retombées atmosphériques phases séparées

Date	Description	Validé par
15/07/2019	Rapport final	Maxime CACHIA 

Responsable d'analyse

Référence externe : SARAN blanc jauges métaux 2019 (Blanc)

Référence interne : ENOG023

Volume total (mL)	1533
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
Partie soluble	Partie soluble
Eléments	Concentration en µg/L
Cr	<0,5
Mn	<0,5
Ni	<0,5
Cu	<0,5
Zn	<1
As	0,379
Cd	<0,1
Sn	<0,5
Tl	<0,5
Pb	<0,1

Référence externe : SARAN-NI-05-19-M
Référence interne : ENOG024

Volume total (mL)	10329
Partie Insoluble	Partie Insoluble
Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	2 213
Mn	33 156
Ni	1 595
Cu	39800
Zn	173744
As	546
Cd	1 628
Su	577
Tl	<125
Pb	5 062
Partie soluble	Partie soluble
Eléments	Concentration en µg/L
Cr	<0,5
Mn	36,6
Ni	<0,5
Cu	3,41
Zn	22,1
As	0,252
Cd	0,215
Su	<0,5
Tl	<0,5
Pb	0,146

Référence externe : SARAN-S1-05-19-M
Référence interne : ENOG025

Volume total (mL)	10761
Partie Insoluble	Partie Insoluble
Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	1 983
Mn	18 414
Ni	1 008
Cu	28225
Zn	45544
As	340
Cd	34,6
Sn	1 353
Tl	<125
Pb	2 722
Partie soluble	Partie soluble
Eléments	Concentration en µg/L
Cr	<0,5
Mn	<0,5
Ni	<0,5
Cu	1,48
Zn	9,57
As	0,116
Cd	<0,1
Sn	<0,5
Tl	<0,5
Pb	<0,1

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

MicroPolluants Technologie SA

5 sur 5 Pages

ENOG010_MET_R1

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 4 page(s) et 0 annexe(s).
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.

RAPPORT D'ANALYSES
ENOG012_MEG_R1

LIG'AIR

Madame Margaux BREITBACH

260, avenue de la Pomme de Pin

45590 - SAINT-CYR-EN-VAL

Vos références N°2019.07.092 du 03/07/2019 Campagne ORVADE-2/2


Echantillon reçu le 08/07/2019

Analyse effectuée le : 11/07/2019

Norme : Minéralisation_AFS

Technique : AFS

Matrice : Retombées atmosphériques phases séparées

Date	Description	Validé par
15/07/2019	Rapport final	Maxime CACHIA 

Responsable d'analyse

Référence externe : SARAN blanc jauges métaux 2019 (Blanc)
Référence interne : ENOG023

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-N1-05-19-M
Référence interne : ENOG024

Partie soluble	Partie soluble
Eléments	Concentration en µg/L
Hg	<0,05
Partie Insoluble	Partie Insoluble
Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	80.3

Référence externe : SARAN-S1-05-19-M
Référence interne : ENOG025

Partie soluble	Partie soluble
Eléments	Concentration en µg/L
Hg	<0,05
Partie Insoluble	Partie Insoluble
Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25

Légende:

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

RAPPORT D'ANALYSES ENOG014_MEG_R1

LIG'AIR

Madame Margaux BREITBACH

260, avenue de la Pomme de Pin

45590 - SAINT-CYR-EN-VAL

Vos références N°2019.07.092 du 03/07/2019 Campagne ORVADE 1/2

Echantillon reçu le 04/07/2019

Analyse effectuée le : 09/07/2019

Norme : Minéralisation_AFS


Technique : AFS

Matrice: Air ambiant - filtre

Nature du support : (Quartz)

Présence de filtre vierge de laboratoire : (Non communiqué)

Présence de filtre vierge de terrain : (OUI), quantité : 0

Date	Description	Validé par
16/07/2019	Rapport final	Maxime CACHIA 

Responsable d'analyse

Référence externe : MTX Saran 19-19
Référence interne : ENOG001

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : MTX Saran 20-19
Référence interne : ENOG002

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : MTX Saran 21-19
Référence interne : ENOG003

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : MTX Saran 22-19
Référence interne : ENOG004

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : MTX Saran 23-19
Référence interne : ENOG005

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : MTX Saran 24-19
Référence interne : ENOG006

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : MTX Saran 25-19
Référence interne : ENOG007

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : MTX Saran 26-19
Référence interne : ENOG008

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : MTX Saran Blanc 27-19 (Blanc)
Référence interne : ENOG009

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<25

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Légende: < Valeur(caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
< *Valeur(caractère gras et italique) : valeur inférieure à la limite de détection*

RAPPORT D'ANALYSES
ENOG015_ME5_R1

LIG'AIR

Madame Margaux BREITBACH

260, avenue de la Pomme de Pin

45590 - SAINT-CYR-EN-VAL

Vos références N°2019.07.092 du 03/07/2019 Campagne ORVADE 1/2

Echantillon reçu le 04/07/2019

Analyse effectuée le : 11/07/2019

Norme : NF EN 14902


Technique : ICP_MS

Matrice: Air ambiant - filtre

Nature du support : (Quartz)

Présence de filtre vierge de laboratoire : (Non communiqué)

Présence de filtre vierge de terrain : (OUI), quantité : 0

Date	Description	Validé par
16/07/2019	Rapport final	Maxime CACHIA 



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 – V11 – 29/04/19

Référence externe : MTX Saran 19-19
Référence interne : ENOG001

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	147
Mn	252
Ni [±]	<125
Cu	380
Zn	631
As [±]	28,5
Cd [±]	<8
Sn	<125
Tl	<38
Pb [±]	205

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : MTX Saran 20-19
Référence interne : ENOG002

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	145
Mn	557
Ni [±]	<125
Cu	440
Zn	1 434
As [±]	40,5
Cd [±]	<25
Sn	<125
Tl	<38
Pb [±]	281

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : MTX Saran 21-19
Référence interne : ENOG003

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	173
Mn	484
Ni *	<125
Cu	534
Zn	1 461
As *	57,0
Cd *	<25
Sn	130
Tl	<38
Pb *	436

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : MTX Saran 22-19
Référence interne : ENOG004

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	226
Mn	310
Ni *	<125
Cu	465
Zn	844
As *	<25
Cd *	<8
Sn	<125
Tl	<38
Pb *	224

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : MTX Saran 23-19
Référence interne : ENOG005

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	208
Mn	298
Ni *	<125
Cu	428
Zn	571
As *	25,0
Cd *	<8
Sn	<125
Tl	<38
Pb *	161

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : MTX Saran 24-19
Référence interne : ENOG006

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	133
Mn	222
Ni *	<125
Cu	411
Zn	332
As *	<25
Cd *	<8
Sn	<125
Tl	<38
Pb *	99,8

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : MTX Saran 25-19

Référence interne : ENOG007

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	144
Mn	477
Ni *	<125
Cu	555
Zn	1 780
As *	32,8
Cd *	<8
Sn	<125
Tl	<38
Pb *	352

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : MTX Saran 26-19

Référence interne : ENOG008

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	286
Mn	1 261
Ni *	156
Cu	852
Zn	2 191
As *	68,3
Cd *	<25
Sn	196
Tl	<38
Pb *	661

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : MTX Saran Blanc 27-19 (Blanc)
Référence interne : ENOG009

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	<125
Mn	<38
Ni *	<38
Cu	<38
Zn	<250
As *	<8
Cd *	<8
Su	<38
Tl	<38
Pb *	<8

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Pour information :

Eléments	LQ ¹ (ng/filtre)	LD ² (ng/filtre)
As*, Cd*, Pb*	25	8
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 détection est déterminée à partir de l'analyse de 10 filtres vierges de laboratoire.

Eléments	Concentration (ng/échantillon)	Incertitude ³ (%)	Concentration (ng/échantillon)	Incertitude ⁴ (%)
As	25	50	130	30
Cd	25	40	55	30
Ni	125	60	925	20
Pb	25	35	10950	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 matériau 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'analyses d'un MRC. Ces incertitudes sont revues tous les 2 ans après l'acquisition de 20 nouveaux résultats.

Légende: < Valeur (caractère simple): valeur inférieure à la limite de quantification
< Valeur (*gras et italique*): valeur inférieure à la limite de détection



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