

# Surveillance des retombées particulaires

Dioxines et furanes  
Métaux lourds

Campagne de surveillance  
2023 à Saran (Loiret)

Janvier 2024

**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 .....	7
II. Localisation des sites de mesures .....	8
III. Méthodes de prélèvement .....	9
A) Technique de mesures et d'analyse .....	9
B) Période de prélèvements .....	9
IV. Conditions météorologiques .....	10
V. Résultats globaux .....	12
A) Dioxines et Furanes .....	12
a) Concentration moléculaire .....	12
b) Equivalent toxique .....	14
c) Comparaison aux résultats des précédentes campagnes .....	16
B) Métaux Lourds .....	16
a) Métaux lourds dans les retombées atmosphériques .....	16
b) Comparaison aux résultats des précédentes campagnes .....	18
VI. Conclusions .....	21
VII. Bibliographie .....	22
VIII. Annexes .....	23
ANNEXE 1 – LOCALISATION DES sites de mesure avant 2023 et à partir de 2023 .....	23
ANNEXE 2 – LOCALISATION DES POINTS HISTORIQUES PAR RAPPORT A LA MODELISATION BURGEAP .....	23
ANNEXE 3 – LOCALISATION DES SITES DE PRELEVEMENT .....	24
a) Site P1 – Impact maximal nord-est .....	24
b) Site P2 – Impact maximal sud-ouest .....	25
c) Site P3 – Point historique - Parc d'activités Ormes Saran .....	25
d) Site P4 – Bruit de fond urbain .....	26
e) Site P5 – Bruit de fond rural .....	26
ANNEXE 4 – ANALYSES DE CONDITIONS METEOROLOGIQUES 2005-2023 .....	27
ANNEXE 5 – LES DIOXINES ET FURANES : GENERALITES .....	28
Définitions .....	28
Sources d'émissions .....	29
Conséquences sur la santé .....	29
Réglementation .....	30
ANNEXE 6 – Evolutions de 2005 à 2023 des dioxines et furanes dans les retombées atmosphériques .....	31
ANNEXE 7 – Evolutions de 2008 à 2021 des métaux lourds dans les retombées atmosphériques et dans l'air ambiant .....	32
ANNEXE 8 – RAPPORTS D'ANALYSE DES DIOXINES ET FURANES .....	34
ANNEXE 9 – RAPPORTS D'ANALYSE DES METAUX LOURDS .....	40

# TABLE DES FIGURES

FIGURE 1 : LOCALISATION DES SITES DE MESURES DES DIOXINES ET FURANES POUR LA CAMPAGNE 2023 AUTOUR DE L'UTOM DE SARAN (MODELISATION DIOXINES REALISEE PAR LE BUREAU D'ETUDE GINGER BURGEAP).....	8
FIGURE 2 : JAUGE OWEN.....	9
FIGURE 3 : ROSE DES VENTS DU 6 SEPTEMBRE AU 3 NOVEMBRE 2023 (SOURCE METEO-FRANCE).....	10
FIGURE 4 : HAUTEUR ET DUREE DES PRECIPITATIONS DU 6 SEPTEMBRE AU 3 NOVEMBRE 2023 (SOURCE METEO FRANCE) .....	11
FIGURE 5 : ROSE DES HAUTEURS DE PRECIPITATIONS EN MM DU 6 SEPTEMBRE AU 3 NOVEMBRE 2023 (SOURCE METEO-FRANCE) .....	12
FIGURE 6 : EVOLUTION DES CUMULS DE PRECIPITATIONS AU COURS DES CAMPAGNES DE MESURES DEPUIS 2015 .....	12
FIGURE 7 : CONCENTRATIONS DES 17 CONGENERES LES PLUS TOXIQUES (PG/M <sup>2</sup> /JOUR) DU 6 SEPTEMBRE AU 3 NOVEMBRE 2023 AUTOUR DE L'INCINERATEUR DE SARAN .....	14
FIGURE 8 : QUANTITES TOXIQUES EQUIVALENTE TOTALES PAR CONGENERE ET PAR SITE OBSERVEES AUTOUR DE L'UTOM DE SARAN DU 6 SEPTEMBRE AU 3 NOVEMBRE 2023 (EN PG I-TEQ MIN/(JOUR.M <sup>2</sup> )).....	15
FIGURE 9 : CONTRIBUTION RELATIVE A LA TOXICITE TOTALE DES PRELEVEMENTS EFFECTUES EN PG I-TEQ (%) .....	15
FIGURE 10 : COMPARAISON DES EQUIVALENTS TOXIQUES (EN PG I-TEQ MIN/(JOUR.M <sup>2</sup> )) OBTENUS LORS DES CAMPAGNES DE 2015 A 2023 .....	16
FIGURE 11 : LOCALISATION DES POINTS DE MESURES DES METAUX LOURDS DANS LES RETOMBEEES ATMOSPHERIQUES .....	17
FIGURE 12 : CONCENTRATIONS DES METAUX LOURDS DANS LES RETOMBEEES ATMOSPHERIQUES DETECTES SUR LES DEUX SITES P1 ET P2 DU 6 SEPTEMBRE AU 3 NOVEMBRE 2023 .....	18
FIGURE 13 : CONCENTRATIONS DES METAUX LOURDS DANS LES RETOMBEEES ATMOSPHERIQUES DETECTES SEULEMENT SUR LE SITE P2 DU 6 SEPTEMBRE AU 3 NOVEMBRE 2023 .....	18
FIGURE 14 : LOCALISATION DES SITES DE MESURES DES METAUX LOURDS DANS LES RETOMBEEES ATMOSPHERIQUES 2023 (EN VERT) ET HISTORIQUES (EN JAUNE).....	19
FIGURE 15 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS DE ZINC DANS LES RETOMBEEES ATMOSPHERIQUES SUR LES SITES S1 ET N1 ENTRE 2015 ET 2022 ET SUR LES SITES P1 ET P2 EN 2023.....	19
FIGURE 16 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS DE CUIVRE DANS LES RETOMBEEES ATMOSPHERIQUES SUR LES SITES S1 ET N1 ENTRE 2015 ET 2022 ET SUR LES SITES P1 ET P2 EN 2023 .....	20
FIGURE 17 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS DE MANGANESE DANS LES RETOMBEEES ATMOSPHERIQUES SUR LES SITES S1 ET N1 ENTRE 2015 ET 2022 ET SUR LES SITES P1 ET P2 EN 2023 .....	20
FIGURE 18 : LOCALISATION DES SITES DE MESURES HISTORIQUES (EN JAUNE) ET DES SITES DE MESURE 2023 (EN VERT) PAR RAPPORT A L'UTOM .....	23
FIGURE 19 : LOCALISATION DES SITES DE MESURES HISTORIQUES (EN JAUNE) ET DES SITES DE MESURE 2023 (EN VERT) PAR RAPPORT A LA MODELISATION DES CONCENTRATIONS DE DIOXINES REALISEE PAR GINGER BURGEAP .....	23
FIGURE 20 : LOCALISATION DES SITES DE MESURES HISTORIQUES (EN JAUNE) ET DES SITES DE MESURE 2023 (EN VERT) PAR RAPPORT A LA MODELISATION DES CONCENTRATIONS DE ZINC REALISEE PAR GINGER BURGEAP .....	24
FIGURE 21 : EVOLUTION DES CUMULS DE PRECIPITATIONS AU COURS DES CAMPAGNES DE MESURES DEPUIS 2005.....	27
FIGURE 22 : REPRESENTATION DES MOLECULES PCDD (A GAUCHE) ET PCDF (A DROITE).....	28
FIGURE 23 : REPRESENTATION DU CONGENERE LE PLUS TOXIQUE : 2,3,7,8-TETRACHLORODIBENZODIOXINE (TCDD) OU LA DIOXINE DE SEVESO .....	28
FIGURE 24 : CALCUL DE L'I-TEQ. ....	28
FIGURE 25 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN DIOXINES ET FURANES LE LONG DE LA CHAINE ALIMENTAIRE .....	29
FIGURE 26 : EQUIVALENTS TOXIQUES MESURES EN FRANCE DE 2006 A 2010 DANS LES RETOMBEEES ATMOSPHERIQUES (SOURCE : AASQA) .....	30
FIGURE 27 : COMPARAISON DES EQUIVALENTS TOXIQUES (EN PG I-TEQ MIN/(JOUR.M <sup>2</sup> )) OBTENUS LORS DES CAMPAGNES DE 2005 A 2023.....	31

# TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : CARACTERISTIQUES DES SITES DE MESURES .....	9
TABLEAU 2 : FREQUENCE D'APPARITION DES VENTS EN % DU 6 SEPTEMBRE AU 3 NOVEMBRE 2023 .....	10
TABLEAU 3 : TAUX D'EXPOSITION DES 5 SITES DE MESURES A L'UTOM DE SARAN .....	11
TABLEAU 4 : CONCENTRATIONS DES 17 CONGENERES LES PLUS TOXIQUES (PG/M <sup>2</sup> /JOUR) DU 6 SEPTEMBRE AU 3 NOVEMBRE 2023 AUTOUR DE L'INCINERATEUR DE SARAN .....	13
TABLEAU 5 : CONCENTRATIONS DES 17 CONGENERES LES PLUS TOXIQUES (EN PG I-TEQ/M <sup>2</sup> /JOUR) DU 6 SEPTEMBRE AU 3 NOVEMBRE 2023 AUTOUR DE L'INCINERATEUR DE SARAN .....	14
TABLEAU 6 : QUANTITES TOXIQUES EQUIVALENTES TOTALES MINIMUM ET MAXIMUM MESUREE SUR CHAQUE SITE AUTOUR DE L'UTOM DE SARAN DU 6 SEPTEMBRE AU 3 NOVEMBRE 2023 (EN PG I-TEQ/M <sup>2</sup> /JOUR) .....	14
TABLEAU 7 : COMPARAISON DES EQUIVALENTS TOXIQUES (EN PG I-TEQ MIN/(JOUR.M <sup>2</sup> ) OBTENUS LORS DES CAMPAGNES DE 2015 A 2023 .....	16
TABLEAU 8 : CONCENTRATIONS DES DIFFERENTS METAUX LOURDS EN µG/M <sup>2</sup> /JOUR DANS LES RETOMBES ATMOSPHERIQUES SUR LES SITES P1 ET P2 DU 6 SEPTEMBRE AU 3 NOVEMBRE 2023 .....	17
TABLEAU 9 : FACTEURS INTERNATIONAUX D'EQUIVALENT TOXIQUE POUR LES 17 CONGENERES TOXIQUES .....	29
TABLEAU 10 : COMPARAISON DES EQUIVALENTS TOXIQUES (EN PG I-TEQ/(JOUR.M <sup>2</sup> ) OBTENUS LORS DES CAMPAGNES DE 2005 A 2023 .....	31
TABLEAU 11 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS LES RETOMBES PARTICULAIRES EN µG/(JOUR.M <sup>2</sup> ) POUR LES CAMPAGNES DE SURVEILLANCES DE 2008 A 2021 SUR LE SITE N1 .....	32
TABLEAU 12 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS LES RETOMBES PARTICULAIRES EN µG/(JOUR.M <sup>2</sup> ) POUR LES CAMPAGNES DE SURVEILLANCES DE 2008 A 2021 SUR LE SITE S1 .....	32

# GLOSSAIRE

## Dioxines et furanes :

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

## Métaux lourds :

- |      |           |      |           |
|------|-----------|------|-----------|
| ➤ V  | Vanadium  | ➤ Zn | Zinc      |
| ➤ Cr | Chrome    | ➤ As | Arsenic   |
| ➤ Mn | Manganèse | ➤ Cd | Cadmium   |
| ➤ Co | Cobalt    | ➤ Sb | Antimoine |
| ➤ Ni | Nickel    | ➤ Pb | Plomb     |
| ➤ Cu | Cuivre    | ➤ Hg | Mercure   |

## Unités :

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| ➤ Pg                              | picogramme (10 <sup>-12</sup> gramme)                          |
| ➤ I-TEQ                           | Indicateur équivalent toxique                                  |
| ➤ pg I-TEQ/(jour.m <sup>2</sup> ) | équivalents toxiques en picogramme par mètre carré et par jour |
| ➤ ng/m <sup>3</sup>               | nanogramme par mètre cube                                      |
| ➤ µg/(jour.m <sup>2</sup> )       | microgramme par mètre carré et par jour                        |
| ➤ ng/(jour.m <sup>2</sup> )       | nanogramme par mètre carré et par jour                         |
| ➤ TEF                             | 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 6 septembre au 3 novembre 2023.

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).<sup>i</sup>

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.

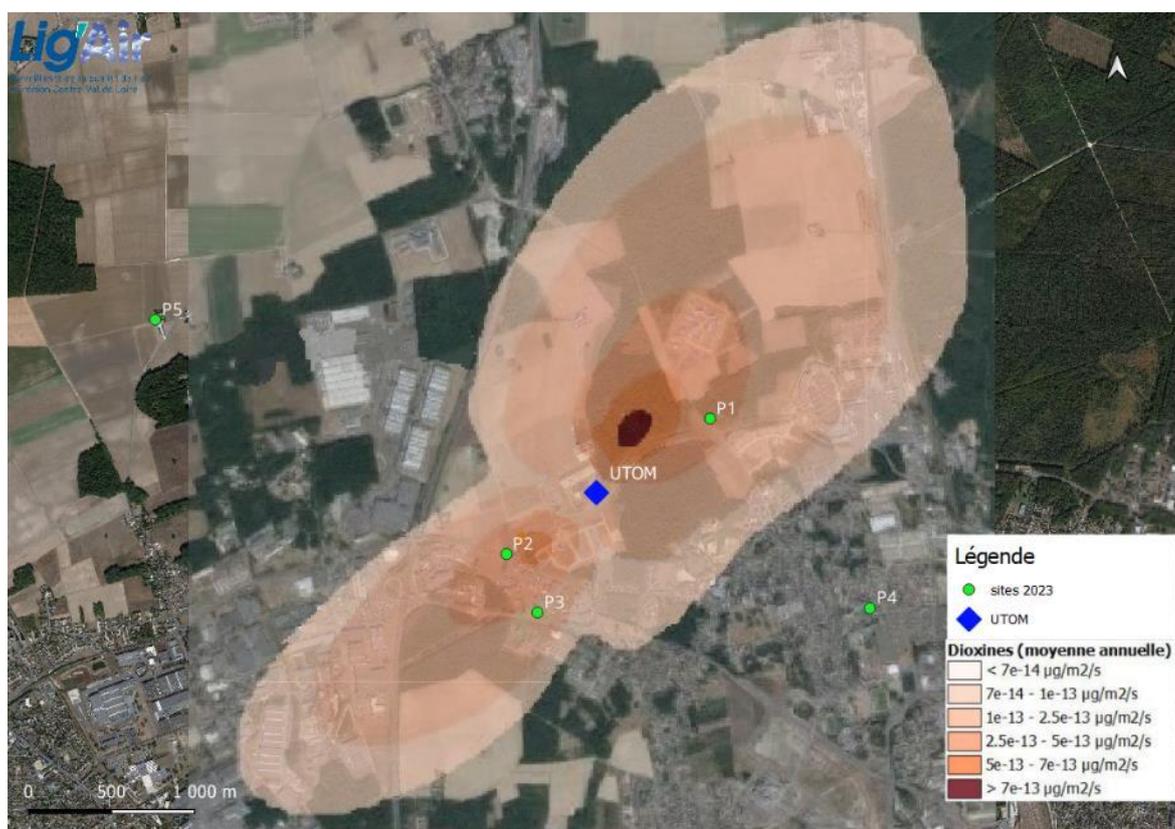
## II. Localisation des sites de mesures

De 2004 à 2022, les prélèvements des retombées atmosphériques étaient réalisés sur 4 sites (S1, S2, N1 et N2) alignés suivant le sens des vents dominants (NE/SE) (cf. annexe 1, figure 16). Un cinquième site (ML) était dédié aux prélèvements et à l'analyse des métaux lourds dans l'air ambiant (cf. annexe 1, figure 16). Le choix de ces sites de mesures avait été déterminé à la suite de l'étude préliminaire réalisée en 2004 [2].

En 2022, la société VEOLIA TRISALID a sollicité le bureau d'étude GINGER BURGEAP afin de réaliser une étude visant à évaluer les zones les plus impactées par les émissions de l'UTOM [3] et de proposer une mise à jour des points de surveillance. Cette étude, basée sur des travaux de modélisation a permis de constater que les sites de mesures n'étaient pas situés dans les zones d'impact maximal (cf. annexe 2, figures 17 et 18).

A compter de 2023, les sites de surveillance ont été redéfinis en tenant compte de l'étude réalisée par GINGER BURGEAP. Le nouveau plan de surveillance comprend 5 sites de mesure (figure 1 et tableau 1).

Les sites P1 et P2 sont respectivement localisés au nord-est et sud-ouest de l'UTOM dans les zones les plus exposées permettant l'installation de jauges. Le site P3 correspond à l'ancien site S1 et permet une comparaison à l'historique. P1, P2 et P3 sont localisés à moins d'1 km de l'UTOM et sous les vents dominants (Sud-Sud Ouest et Nord-Nord-Est). Les sites P4 et P5 correspondent respectivement à des sites de mesure du bruit de fond urbain et de bruit de fond rural et sont localisés à environ 2 km de l'UTOM.



**Figure 1 :** Localisation des sites de mesures des dioxines et furanes pour la campagne 2023 autour de l'UTOM de Saran (modélisation dioxines réalisée par le bureau d'étude GINGER BURGEAP)

Référence	Justification	Coordonnées GPS	Secteur d'influence de l'UTOM (+/- 45°)	Distance par rapport à l'UTOM	Polluants mesurés
P1	Zone d'impact maximal	N 47.960111 E 1.873609	220-260°	810 m au nord-est du site	Dioxines et Furanés Métaux lourds
P2	Zone d'impact maximal	N 47.952567 E 1.857526	10-50°	650 m u sud-ouest du site	Dioxines et Furanés Métaux lourds
P3 (ancien S1)	Surveillance spatiale renforcée. Permet de maintenir un historique	N 47.949782 E 1.859876	0-40°	800 m au sud/sud-ouest du site	Dioxines et Furanés
P4 (bruit de fond urbain)	Point situé hors des vents	N 47.949980 E 1.886548	280-320°	1 780 m au sud-est du site	Dioxines et Furanés
P5 (bruit de fond rural)	Point situé hors des vents	N 47.964996 E 1.829036	90-130°	2 820 m au nord-ouest du site	Dioxines et Furanés

Tableau 1 : Caractéristiques des sites de mesures

### III. Méthodes de prélèvement

#### A) Technique de mesures et d'analyse

Le prélèvement des métaux et des dioxines et furanes s'effectue par échantillonnage passif à l'aide de collecteurs de retombées de type Jauges Owen. Les jauges pour échantillonner les dioxines et furanes sont en verre et celles pour les métaux lourds sont en plastique.

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).

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 des dioxines et furanes est effectuée par HRGC/HRMS à haute résolution (chromatographie en phase gazeuse / spectrométrie de masse). L'analyse des métaux lourds est réalisée par couplage plasma à induction et spectrométrie de masse.



Figure 2 : Jauge Owen

Les dioxines et furanes sont mesurées aux 5 sites de mesures, tandis que les métaux lourds sont uniquement mesurés aux sites P1 et P2.

#### B) Période de prélèvements

Avec la redéfinition des sites de mesures, VEOLIA TRISALID souhaite également modifier la période de prélèvements, à partir de cette année 2023.

Le plan de surveillance annuel proposé consistera toujours à effectuer deux mois de surveillance dans l'année mais en deux campagnes de mesure d'une durée d'un mois chacune, en mars et en septembre.

Exceptionnellement pour l'année 2023, l'échantillonnage a été réalisé sur une période de deux mois, entre septembre et novembre.

**La campagne 2023 a été réalisée du 6 septembre au 3 novembre 2023.**

## IV. Conditions météorologiques

La vitesse et la direction des vents sont des paramètres météorologiques importants à prendre en compte pour comprendre la dispersion des polluants dans l'environnement. Les données météorologiques utilisées dans ce rapport sont issues de la station Orléans-Bricy de Météo-France basée à environ 7 km au Nord-Ouest de l'UTOM.

La répartition des vents au cours de la période de la campagne de mesure est présentée sur la rose des vents ci-dessous. Les vents majoritaires de cette période de prélèvement étaient de secteurs sud (28,4%) et sud-ouest (25,1%). Les vents ont été majoritairement faibles, c'est-à-dire inférieurs à 4 m/s, représentant 57% de temps sur la durée de la campagne (figure 3 et tableau 2).

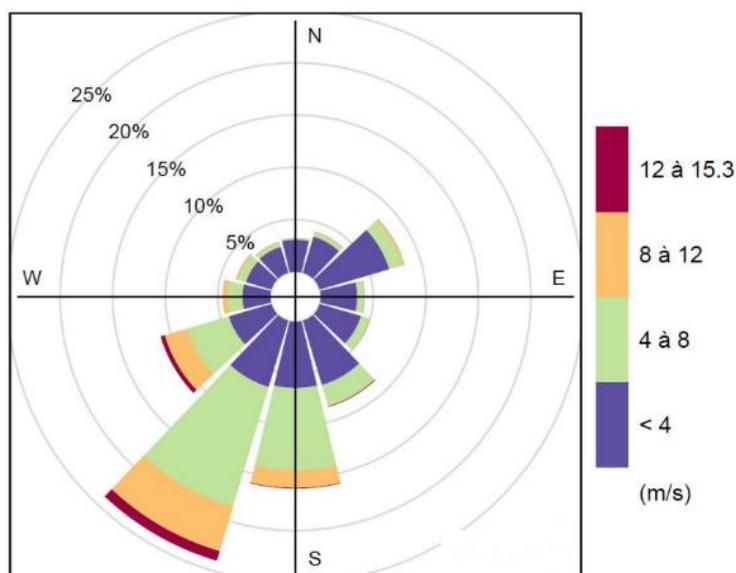


Figure 3 : Rose des vents du 6 septembre au 3 novembre 2023 (Source Météo-France)

Orientation	Vents faibles	Vents forts	Tous vents confondus
N	5,7%	0,7%	6,4%
NE	8,0%	1,2%	9,2%
E	6,6%	2,0%	8,5%
SE	7,9%	1,7%	9,6%
S	11,3%	17,1%	<b>28,4%</b>
SO	7,5%	17,6%	<b>25,1%</b>
O	4,7%	3,9%	8,6%
NO	3,6%	0,5%	4,1%

Tableau 2 : Fréquence d'apparition des vents en % du 6 septembre au 3 novembre 2023

Le secteur d'influence de l'incinérateur est détaillé dans le tableau 3. 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. Les taux d'exposition des différents sites de

mesures par rapport à l'UTOM complètent ce tableau. La jauge implantée sur le site P1 a été la plus souvent exposée aux vents en provenance de l'incinérateur (à 21%). Les autres sites P2 à P5 ont été moyennement exposés aux vents provenant de l'UTOM de Saran entre 5% et 9%.

Sites	Secteur d'influence de l'UTOM (+/- 45°)	Taux d'exposition à l'UTOM
P1	220-260°	21%
P2	10-50°	5%
P3	0-40°	7%
P4	280-320°	6%
P5	90-130°	8%

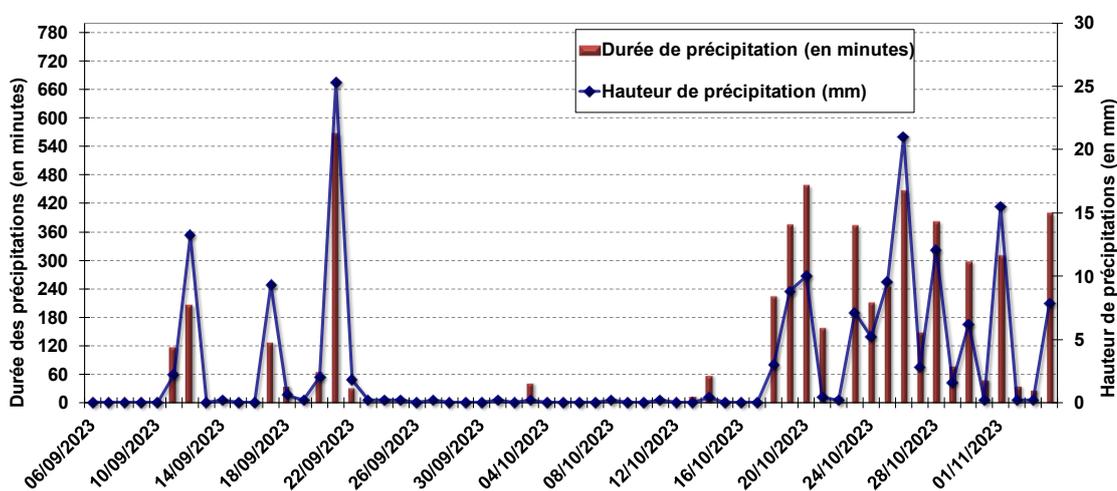
**Tableau 3 :** taux d'exposition des 5 sites de mesures à l'UTOM de Saran

Le mois de septembre a été très chaud, et normal en pluviométrie (peu pluvieux mais avec quelques journées très pluvieuses). Ce mois de septembre 2023 est le plus chaud depuis l'après-guerre [source « bulletin climatologique mensuel de Météo-France »].

Le mois d'octobre a été très ensoleillé dans sa première moitié et proche du record des températures maximales pour un mois d'octobre et aussi très sec jusqu'au 17 octobre et très arrosé ensuite, entraînant un léger excédent pluviométrique d'environ 10% pour ce mois.

Le début du mois de novembre a été marqué par le passage venteux de la tempête « Ciaran » le 02 novembre 2023.

Sur la période d'étude, 169 mm de cumul de pluie ont été comptabilisés toutes directions de vents confondues (figure 4). Ces précipitations se sont concentrées principalement les 12, 17 et 21 septembre 2023 et ensuite régulièrement du 18 octobre au 03 novembre 2023. La journée du 21 septembre 2023 a été très pluvieuse, représentant à elle seule, plus de 15% des précipitations et 10% de la durée totale des précipitations de la période de mesurage. Dans une moindre mesure, la journée du 26 octobre a enregistré 21 mm ce qui représente 12,5% des précipitations et 8% de la durée totale de précipitation de la période de mesure.



**Figure 4 :** Hauteur et durée des précipitations du 6 septembre au 3 novembre 2023 (Source Météo France)

Les pluies ont été associées à des masses d'air principalement orientées au secteur Sud à Sud-Ouest (figure 5).

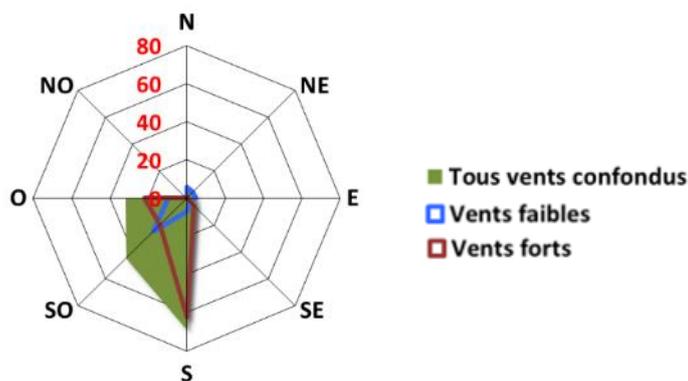


Figure 5 : Rose des hauteurs de précipitations en mm du 6 septembre au 3 novembre 2023 (Source Météo-France)

Le cumul des pluies enregistré lors de la période d'étude (figure 6) est le plus fort depuis 2015. (cf. figure 19 en annexe 4 : comparaison des campagnes avec les mêmes périodes saisonnières depuis 2005).

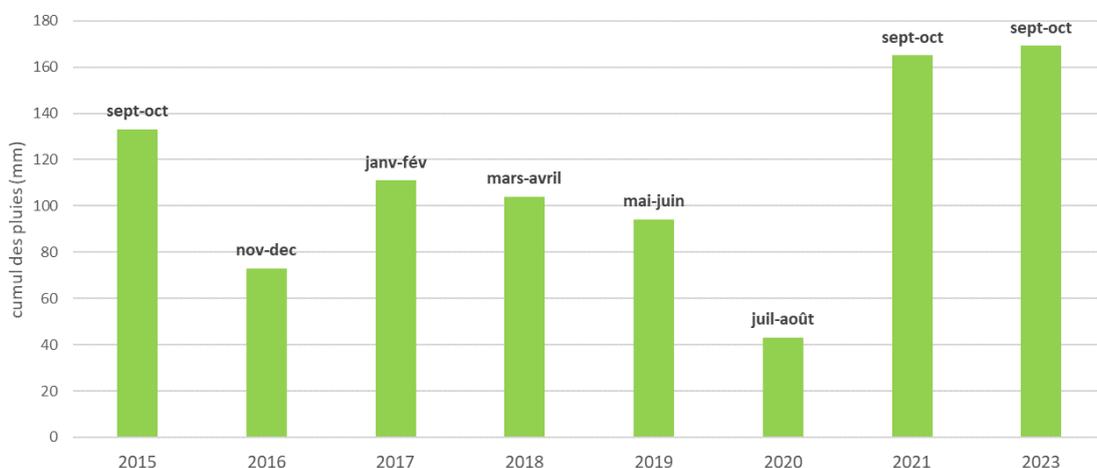


Figure 6 : Evolution des cumuls de précipitations au cours des campagnes de mesures depuis 2015

## V. Résultats globaux

### A) Dioxines et Furanes<sup>1</sup>

#### a) Concentration moléculaire

Les rapports d'analyses fournis par le laboratoire Micropolluants Technologie SA sont présentés en annexe 8. Ils fournissent les niveaux quantifiés en picogramme par échantillon. Les concentrations en  $\text{pg}/\text{m}^2/\text{jour}$  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. 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.

<sup>1</sup> cf. Annexe 2 : Les dioxines et furanes – Généralités

Congénères		P1	P2	P3	P4	P5	Blanc terrain
Dioxines	2,3,7,8 TCDD	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
	1,2,3,7,8 PeCDD	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
	1,2,3,4,7,8 HxCDD	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
	1,2,3,6,7,8 HxCDD	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
	1,2,3,7,8,9 HxCDD	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
	1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	<b>2,9</b>	<b>4,2</b>	<b>3,6</b>	<b>2,5</b>	<b>1,0</b>	< LQ
	OCDD	<b>7,3</b>	<b>21,5</b>	<b>8,3</b>	<b>9,0</b>	<b>5,3</b>	< LQ
Furanes	2,3,7,8 TCDF	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
	1,2,3,7,8 PeCDF	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
	2,3,4,7,8 PeCDF	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
	1,2,3,4,7,8 HxCDF	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
	1,2,3,6,7,8 HxCDF	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
	2,3,4,6,7,8 HxCDF	<b>0,2</b>	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
	1,2,3,7,8,9 HxCDF	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
	1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	<b>1,1</b>	<b>1,6</b>	<b>1,7</b>	<b>0,7</b>	< LQ	< LQ
	1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
OCDF	<b>0,8</b>	<b>1,4</b>	<b>0,9</b>	<b>0,4</b>	< LQ	< LQ	

**Tableau 4 : Concentrations des 17 congénères les plus toxiques (pg/m<sup>2</sup>/jour) du 6 septembre au 3 novembre 2023 autour de l'incinérateur de Saran**

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

Sur les 17 molécules recherchées, 5 ont été quantifiées sur au moins un des sites. Le site P1 a enregistré la plus grande variété de substances (avec la présence de 5 substances) suivi par les sites P2 à P4 (avec 4 substances). Sur le site P5, seules 2 substances ont été détectées.

Aucun des trois congénères les plus toxiques, c'est-à-dire ceux 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 le 1,2,3,7,8 PentaChloroDibenzoDioxine) n'a été détecté sur les 5 sites de mesures.

Sur l'ensemble des sites, deux congénères de la famille des dioxines (le 1,2,3,4,6,7,8 HeptaChloroDibenzoDioxine et l'OCDD) et trois congénères de la famille des furanes (le 2,3,4,6,7,8 HexaChloroDibenzoFurane, le 1,2,3,4,6,7,8 HeptaChloroDibenzoFurane et l'OctoChloroDibenzoFurane) ont été quantifiés.

Comme le montre la figure 7, 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 21,5 pg/(jour.m<sup>2</sup>) sur le site P2, et une concentration allant de 5,3 à 9 pg/(jour.m<sup>2</sup>) pour les 4 autres sites. 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 P2 de 4,2 pg/(jour.m<sup>2</sup>) et allant de 1 à 3,6 pg/(jour.m<sup>2</sup>) pour les autres sites.

Parmi les furanes, la concentration la plus élevée (1,7 pg/(jour.m<sup>2</sup>)) a été obtenue pour le 1,2,3,4,6,7,8 HeptaChloroDibenzoFurane sur le site P3 et avec des concentrations supérieures à 1 pg/(jour.m<sup>2</sup>) sur les sites P1 et P2. Pour le congénère OctoChloroDibenzoFurane, on observe une concentration de 1,4 pg/(jour.m<sup>2</sup>) et inférieure à 1 pg/(jour.m<sup>2</sup>) pour les sites P1, P3 et P4. Il faut aussi noter la présence du 2,3,4,6,7,8 HexaChloroDibenzoFurane pour le site P1. Par contre, aucun congénère de furane n'a été trouvé au-dessus de la limite de quantification sur site P5.

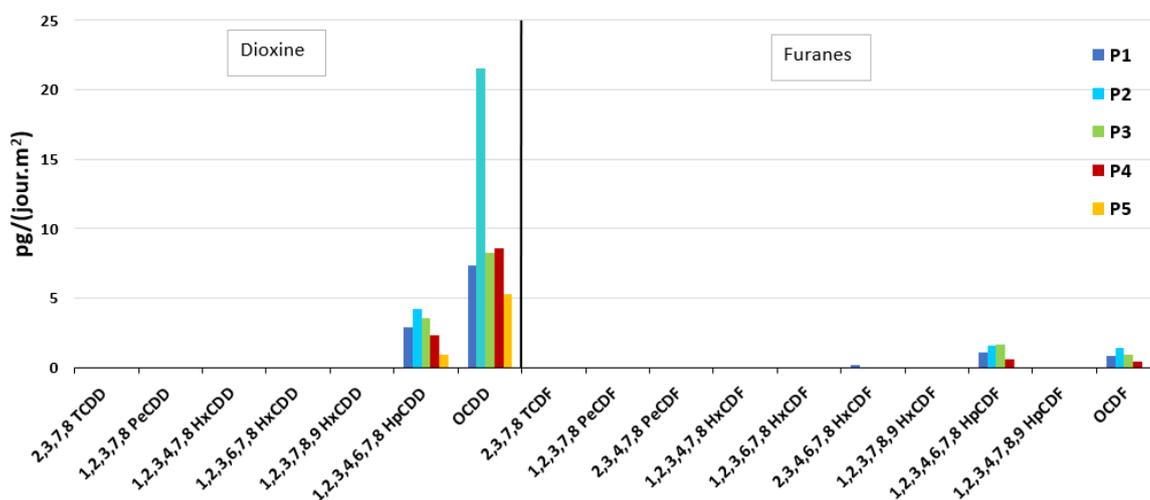


Figure 7 : Concentrations des 17 congénères les plus toxiques (pg/m<sup>2</sup>/jour) du 6 septembre au 3 novembre 2023 autour de l'incinérateur de Saran

### b) Equivalent toxique

Les concentrations des 17 congénères les plus toxiques (pg I-TEQ<sub>OTAN</sub>/m<sup>2</sup>/jour), pondérées par un indice de toxicité spécifique à chaque molécule (cf. Annexe 5), mesurées au cours de la campagne de prélèvements sur chacun des points sont synthétisées dans le tableau 5. Le maximum et minimum de la quantité toxique équivalente totale par site sont présentés dans le tableau 6.

Congénères		P1	P2	P3	P4	P5
Dioxines	2,3,7,8 TCDD	< LQ				
	1,2,3,7,8 PeCDD	< LQ				
	1,2,3,4,7,8 HxCDD	< LQ				
	1,2,3,6,7,8 HxCDD	< LQ				
	1,2,3,7,8,9 HxCDD	< LQ				
	1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	<b>0,029</b>	<b>0,042</b>	<b>0,035</b>	<b>0,023</b>	<b>0,010</b>
	OCDD	<b>0,007</b>	<b>0,021</b>	<b>0,008</b>	<b>0,009</b>	<b>0,005</b>
Furanes	2,3,7,8 TCDF	< LQ				
	1,2,3,7,8 PeCDF	< LQ				
	2,3,4,7,8 PeCDF	< LQ				
	1,2,3,4,7,8 HxCDF	< LQ				
	1,2,3,6,7,8 HxCDF	< LQ				
	2,3,4,6,7,8 HpCDF	<b>0,018</b>	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
	1,2,3,7,8,9 HxCDF	< LQ				
	1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	<b>0,011</b>	<b>0,016</b>	<b>0,016</b>	<b>0,006</b>	< LQ
	1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< LQ				
OCDF	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>	< LQ	

Tableau 5 : Concentrations des 17 congénères les plus toxiques (en pg I-TEQ/m<sup>2</sup>/jour) du 6 septembre au 3 novembre 2023 autour de l'incinérateur de Saran

	P1	P2	P3	P4	P5
Total I-TEQ min	0,065	0,081	0,061	0,039	0,015
Total I-TEQ max	0,455	0,488	0,469	0,426	0,426

I-TEQ min : les concentrations des congénères non quantifiées sont considérées nulles

I-TEQ max : les concentrations des congénères non quantifiées sont égales à la limite de quantification (LQ)

Tableau 6 : Quantités toxiques équivalentes totales minimum et maximum mesurée sur chaque site autour de l'UTOM de Saran du 6 septembre au 3 novembre 2023 (en pg I-TEQ/m<sup>2</sup>/jour)

Dans la suite du rapport, les résultats seront interprétés en utilisant le minimum des quantités toxiques équivalentes totales (Total I-TEQ min).

L'équivalent toxique cumulé le plus élevé est observé sur le site P2 avec 0,081 pg I-TEQ min/(jour.m<sup>2</sup>) suivi par le site P1 avec 0,065 pg I-TEQ min/(jour.m<sup>2</sup>). Le site P3 a un équivalent

toxique légèrement plus faible à 0,061 pg I-TEQ min/(jour.m<sup>2</sup>) tandis que le site P4 a un équivalent toxique à 0,039 pg I-TEQ min/(jour.m<sup>2</sup>). Enfin, sur le site P5 on observe un équivalent toxique nettement plus faible de 0,015 pg I-TEQ min/(jour.m<sup>2</sup>).

Ainsi, comme le montre la figure 8, les sites dans la zone d'impact de l'UTOM présentent des équivalents toxiques légèrement plus élevés que les sites de bruit de fond.

Le site « bruit de fond urbain » présente des concentrations d'équivalents toxiques plus élevées que le site « bruit de fond rural ».

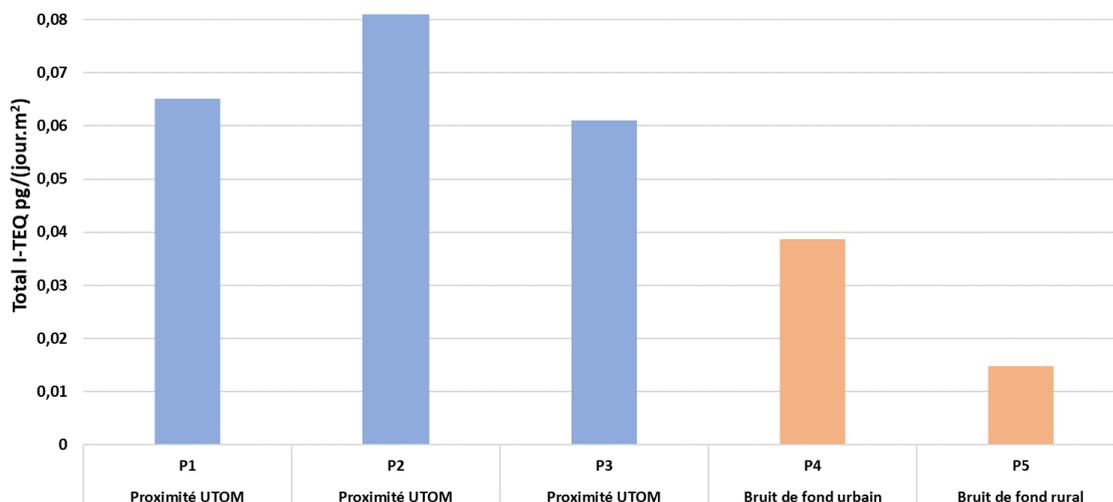


Figure 8 : Quantités toxiques équivalente totale par congénère et par site observées autour de l'UTOM de Saran du 6 septembre au 3 novembre 2023 (en pg I-TEQ min/(jour.m<sup>2</sup>))

La contribution relative des 5 congénères quantifiés à la toxicité totale des prélèvements effectués sur chaque site est présentée sur la figure 9. Le congénère **1,2,3,4,6,7,8 HpCDD** contribue à plus de 50% de l'équivalent toxique total des sites P2 à P5 (65% sur le site P5 et 61% sur le site P4) et à 44% du site P1.

Les 5 sites présentent des profils de répartition des quantités toxiques équivalentes similaires.

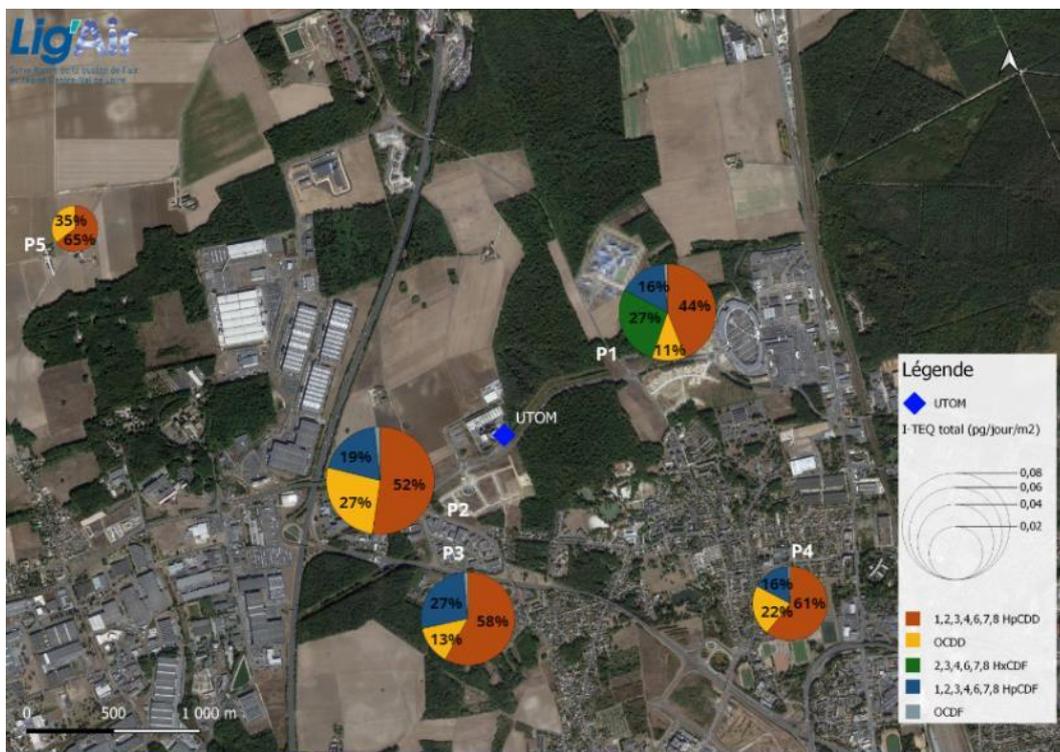


Figure 9 : Contribution relative à la toxicité totale des prélèvements effectués en pg I-TEQ (%)

Les équivalents toxiques calculés sont très faibles et comparables à des niveaux observés en France en zone rurale non exposée [5,7,9].

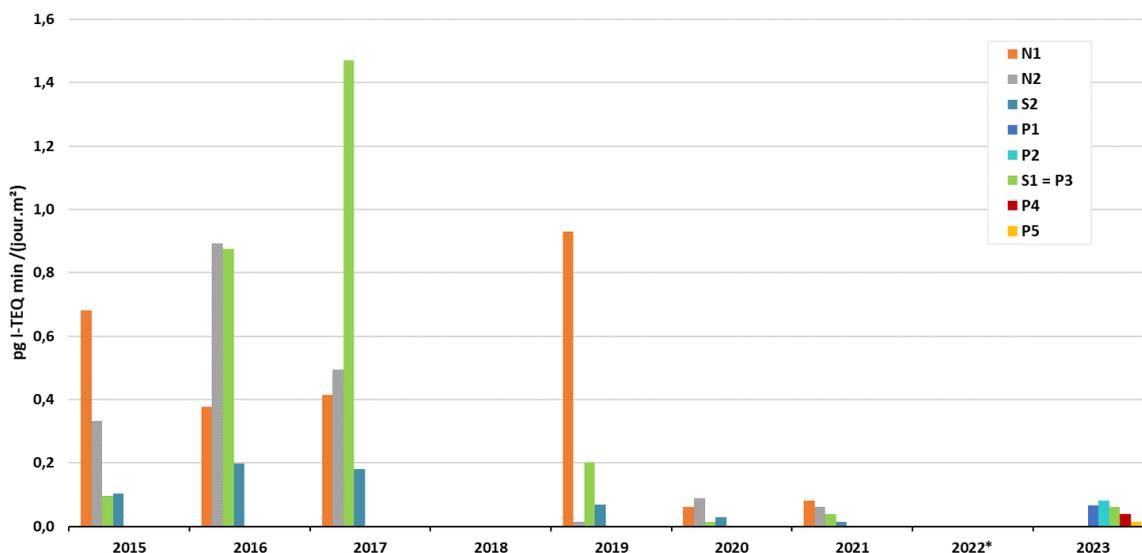
### c) Comparaison aux résultats des précédentes campagnes

Les résultats de la campagne de mesure 2023 ainsi que ceux des précédentes campagnes sont présentés dans le tableau 7 et la figure 10. Il est nécessaire de souligner que seuls les résultats du site P3 (correspondant au site S1 des anciennes campagnes) peuvent être comparés à l'historique. La comparaison complète depuis le début des mesures en 2005 est présentée en annexe 4. En 2022, les prélèvements ont été invalidés car les jauges ont été cassées à cause du gel.

De manière générale, les niveaux mesurés lors de la campagne 2023 sont du même ordre de grandeur que les niveaux mesurés depuis 2020. Les concentrations sur le site P3 sont parmi les plus faibles obtenues depuis 2015.

	N1	N2	S1 (P3 en 2023)	S2	
Septembre-Octobre 2015	0,68	0,33	0,10	0,10	
Novembre-Décembre 2016	0,38	0,89	0,88	0,20	
Janvier-Février 2017	0,41	0,49	1,47	0,18	
Mars-Avril 2018	<LQ	<LQ	-	<LQ	
Mai-Juin 2019	0,93	0,01	0,20	0,07	
Juillet-Août 2020	0,06	0,09	0,01	0,03	
Septembre-Octobre 2021	0,31	-	0,10	0,12	
2022	Prélèvements invalidés**				
	P1	P2	P3	P4	P5
Septembre-Octobre 2023	0,07	0,08	0,06	0,04	0,01

Tableau 7 : Comparaison des équivalents toxiques (en pg I-TEQ min/(jour.m<sup>2</sup>)) obtenus lors des campagnes de 2015 à 2023



\*Aucune mesure réalisée en 2022 car jauges cassées à cause du gel

Figure 10 : Comparaison des équivalents toxiques (en pg I-TEQ min/(jour.m<sup>2</sup>)) obtenus lors des campagnes de 2015 à 2023

## B) Métaux Lourds

### a) Métaux lourds dans les retombées atmosphériques

Pour rappel, la mesure des métaux lourds dans les retombées atmosphériques est uniquement réalisée sur les sites P1 et P2 (figure 11). Les résultats provenant du laboratoire d'analyses sont présentés en annexe 9.



**Figure 11 : Localisation des points de mesures des métaux lourds dans les retombées atmosphériques**

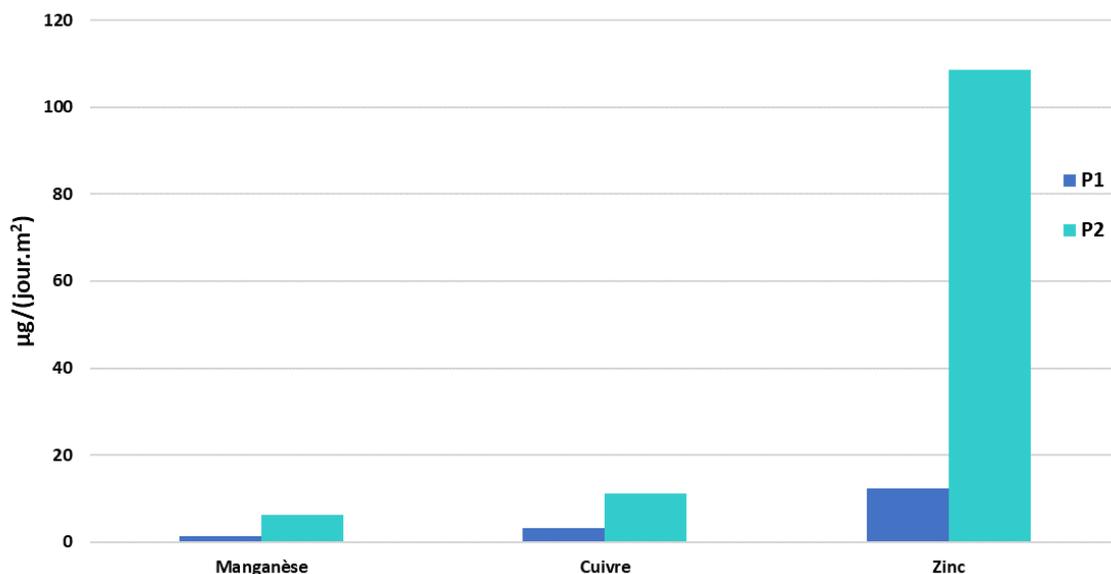
Les mesures des parties solubles et insolubles ont été regroupées par métal sous une concentration unique en  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$  (tableau 8). L'analyse du blanc terrain a mis en évidence l'absence de métaux lourds dans la partie insoluble et la présence d'arsenic et de zinc dans la partie soluble. Selon les recommandations de l'INERIS sur les mesures des retombées atmosphériques [8], les résultats du blanc de site (disponibles en annexe 9) ne seront pas soustraits aux résultats de mesures pour la campagne 2023.

Eléments	Blanc	P1	P2
Vanadium (V)	<LQ	<LQ	0,8
Chrome (Cr)	<LQ	<LQ	0,8
Manganèse (Mn)	<LQ	1,3	6,2
Cobalt (Co)	<LQ	<LQ	<LQ
Nickel (Ni)	<LQ	<LQ	0,4
Cuivre (Cu)	<LQ	3,3	11,1
Zinc (Zn)	0,7	12,5	108,6
Arsenic (As)	0,3	<LQ	0,5
Cadmium (Cd)	<LQ	<LQ	<LQ
Antimoine (Sb)	<LQ	<LQ	1,0
Plomb (Pb)	<LQ	<LQ	0,8
Mercure (Hg)	<LQ	<LQ	<LQ

**Tableau 8 : Concentrations des différents métaux lourds en  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$  dans les retombées atmosphériques sur les sites P1 et P2 du 6 septembre au 3 novembre 2023**

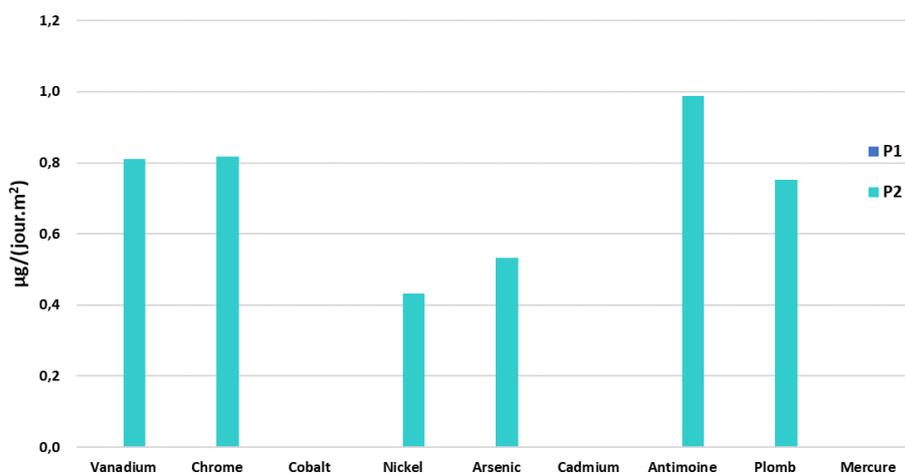
Sur les 12 métaux analysés, 3 ont été détectés sur les deux sites : le zinc, le cuivre et le manganèse (figure 12). Comme les années précédentes, ce sont les métaux présentant les concentrations les plus élevées, respectivement de  $61 \mu\text{g}/(\text{jour}.\text{m}^2)$ ,  $7 \mu\text{g}/(\text{jour}.\text{m}^2)$  et  $4 \mu\text{g}/(\text{jour}.\text{m}^2)$  en moyenne sur les deux sites. Le zinc est le métal prépondérant sur les deux sites de mesure avec une concentration de  $109 \mu\text{g}/(\text{jour}.\text{m}^2)$  sur le site P2. Les concentrations en cuivre, manganèse et zinc sont respectivement environ 3, 5 et 9 fois plus élevées sur le site P2 que sur le site P1.

Le zinc est le métal prépondérant sur les deux sites de mesure.



**Figure 12 :** Concentrations des métaux lourds dans les retombées atmosphériques détectés sur les deux sites P1 et P2 du 6 septembre au 3 novembre 2023

Comme le montre la figure 13, 6 autres métaux ont été détectés seulement sur le site P2 : le vanadium, le chrome, le nickel, l'arsenic, l'antimoine et le plomb avec des concentrations allant de 0,4 pour le nickel à 1,0 µg/(jour.m²) pour l'antimoine. Le cobalt, le cadmium et le mercure n'ont été détectés sur aucun des deux sites.



**Figure 13 :** Concentrations des métaux lourds dans les retombées atmosphériques détectés seulement sur le site P2 du 6 septembre au 3 novembre 2023

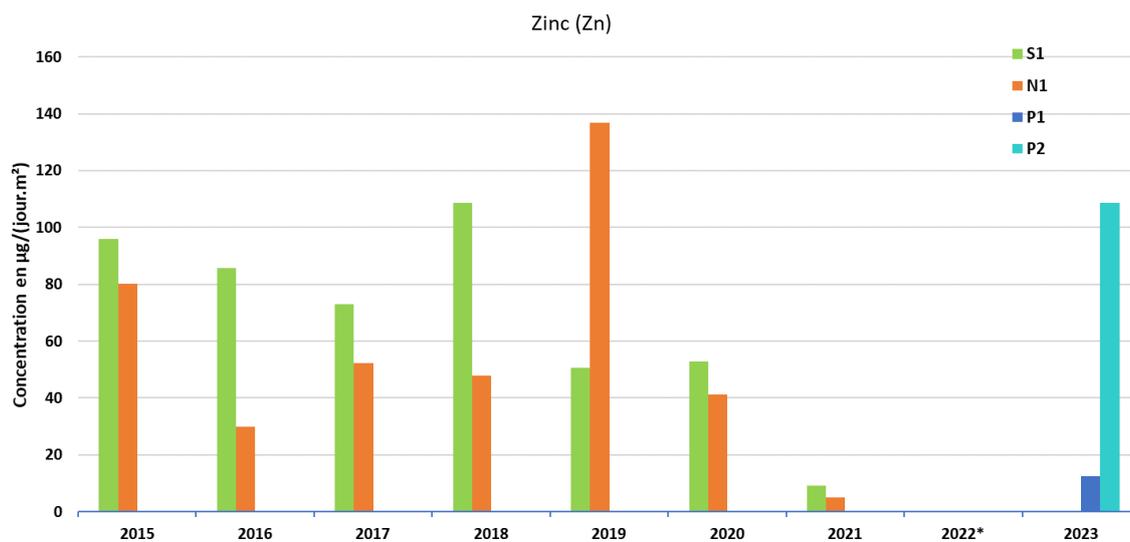
#### b) Comparaison aux résultats des précédentes campagnes

Lors des campagnes précédentes, les métaux lourds dans les retombées atmosphériques étaient mesurés aux points N1 et S1. A partir de 2023, ils sont mesurés aux points P1 et P2 (figure 14).



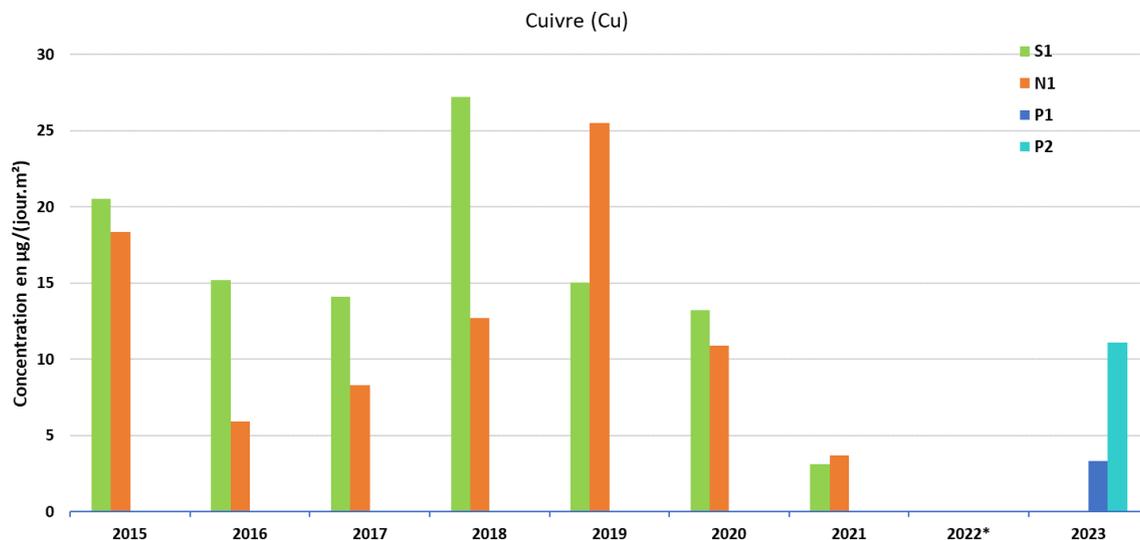
**Figure 14 :** Localisation des sites de mesures des métaux lourds dans les retombées atmosphériques 2023 (en vert) et historiques (en jaune)

Les figures 15, 16 et 17 permettent respectivement de visualiser l'évolution des concentrations de zinc, cuivre et manganèse de 2015 à 2023. Les niveaux de métaux lourds mesurés sur le site P1 en 2023 sont du même ordre de grandeur que les niveaux mesurés en 2021 aux sites N1 et S1 et figurent ainsi parmi les niveaux les plus faibles mesurés depuis 2015. Sur le site P2, les concentrations en zinc et en cuivre sont supérieures aux concentrations mesurées en 2021 sur les sites S1 et N1. Le site P2 présente des concentrations en zinc du même ordre de grandeur que celles mesurées au site S1 entre 2015 et 2018.



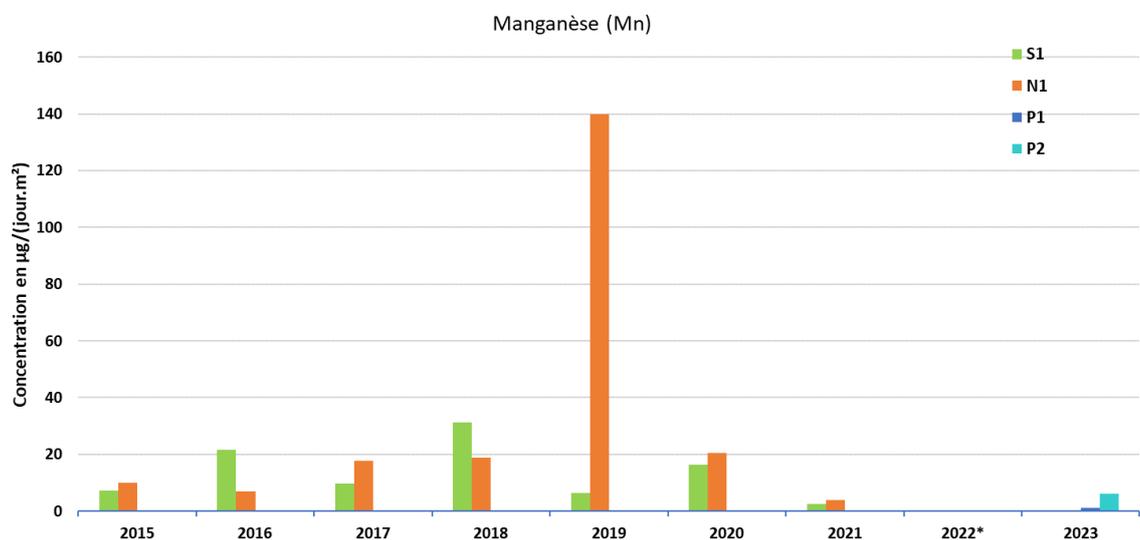
\*Aucune mesure réalisée en 2022 car jauges cassées

**Figure 15 :** Evolution des concentrations de zinc dans les retombées atmosphériques sur les sites S1 et N1 entre 2015 et 2022 et sur les sites P1 et P2 en 2023



\*Aucune mesure réalisée en 2022 car jauges cassées

**Figure 16 : Evolution des concentrations de cuivre dans les retombées atmosphériques sur les sites S1 et N1 entre 2015 et 2022 et sur les sites P1 et P2 en 2023**



\*Aucune mesure réalisée en 2022 car jauges cassées

**Figure 17 : Evolution des concentrations de manganèse dans les retombées atmosphériques sur les sites S1 et N1 entre 2015 et 2022 et sur les sites P1 et P2 en 2023**

## VI. 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-huitième 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. Toutefois cette année, conformément à une demande de l'exploitant, les sites ont été changés sauf le site S1 qui a été renommé P3. Le nombre de sites de prélèvements a aussi été augmenté, il passe de 4 à 5 sites. Pour les années à venir, la surveillance sera réalisée sur les sites documentés dans le présent rapport. L'historique des mesures sera donc conservé uniquement sur le site P3 (anciennement S1).

*Il est rappelé que 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.*

L'étude s'est déroulée du 6 septembre au 3 novembre 2023 sur cinq sites, localisés sur les communes de Saran et Gidy. Sur les 5 sites de surveillance de ce nouveau programme, 3 sont implantés dans les zones d'impact de l'UTOM de Saran et sous les vents dominants. Deux sites sont placés en zones de fond urbain et rural en dehors de la zone d'impact.

Pour les dioxines et furanes, les équivalents toxiques calculés en 2023 présentent des niveaux parmi les plus faibles enregistrés au cours des différentes campagnes de surveillance. Ils sont compris entre 0,015 et 0,085 pg I-TEQ min OTAN/(jour.m<sup>2</sup>). Le maximum d'équivalents toxiques a été enregistré sur le site P2. Les niveaux mesurés sur les sites situés dans la zone d'impact de l'UTOM sont légèrement plus élevés que ceux situés en zones de fond. 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.

Pour l'année 2023, l'ensemble des concentrations des métaux lourds recherchés reste dans la moyenne des niveaux observés depuis ces dernières années même si les sites sont différents. 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.

## VII. 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] GINGER BURGEAP : Mise à jour du PSE de TRISALID - Saran – Aout 2022.
- [4] 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
- [5] INERIS, Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furanes autour d'une UIOM, MATE/SEI, 1<sup>er</sup> décembre 2001.
- [6] Atmo Poitou-Charentes, Synthèse des mesures de dioxines et furanes réalisées par les AASQA de 2006 à 2010, Avril 2011.
- [7] 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.
- [8] INERIS, Guide- Surveillance dans l'air autour des installations classées – Retombées des émissions atmosphériques. Rapport Ineris-201065-2172207-v1.0, Décembre 2021
- [9] INERIS, Document complémentaire au guide de surveillance dans l'air autour des installations classées. Rapport DRC-16-158882-10272A, Novembre 2016

ANNEXE 1 – LOCALISATION DES sites de mesure avant 2023 et à partir de 2023

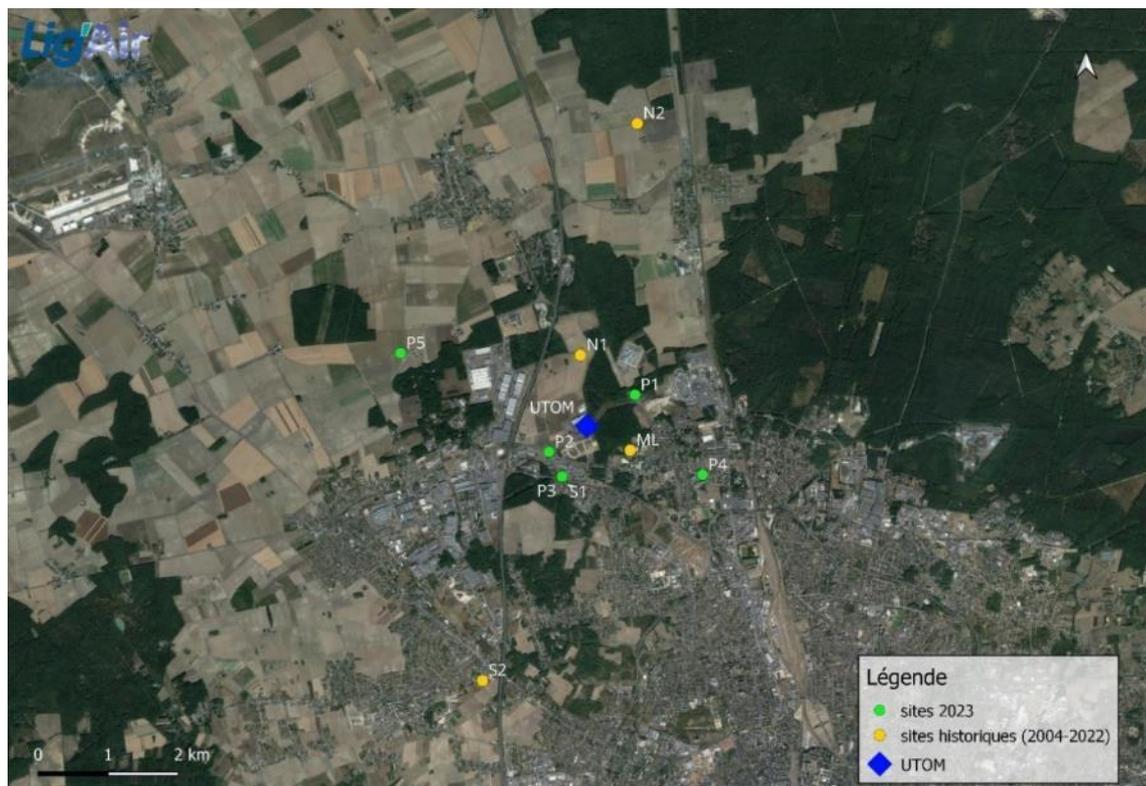


Figure 18 : Localisation des sites de mesures historiques (en jaune) et des sites de mesure 2023 (en vert) par rapport à l'UTOM

ANNEXE 2 – LOCALISATION DES POINTS HISTORIQUES PAR RAPPORT A LA MODELISATION BURGEAP

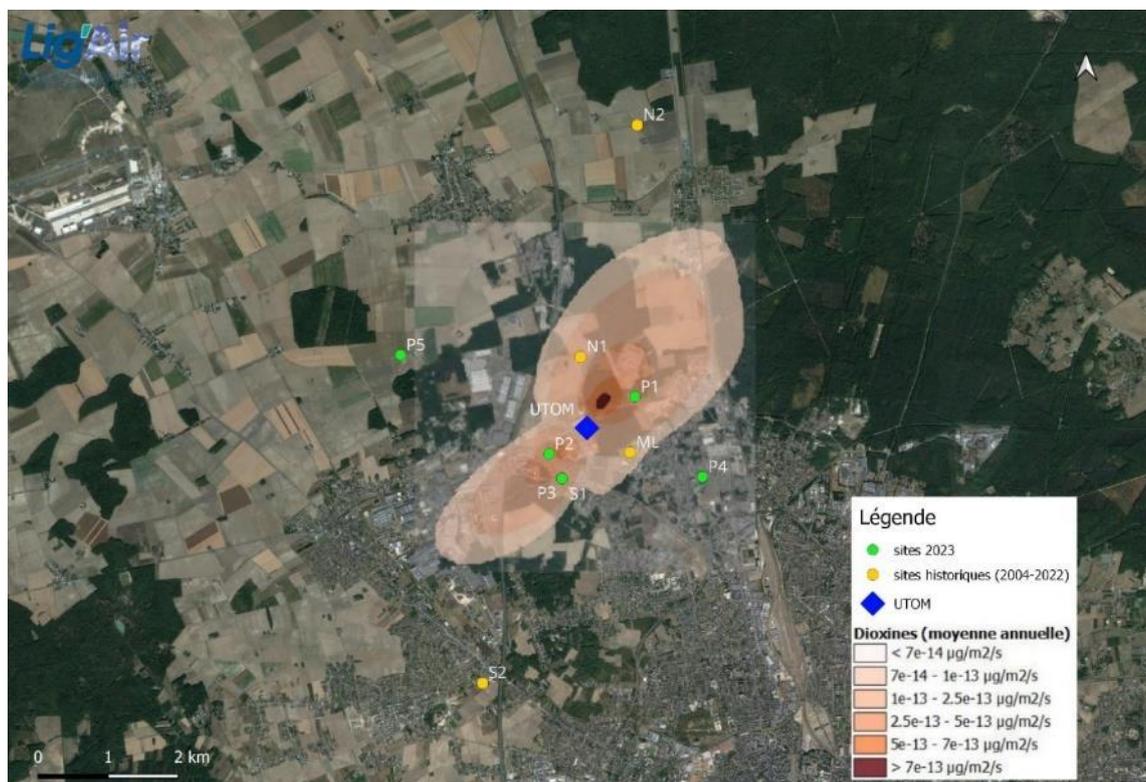


Figure 19 : Localisation des sites de mesures historiques (en jaune) et des sites de mesure 2023 (en vert) par rapport à la modélisation des concentrations de dioxines réalisée par GINGER BURGEAP



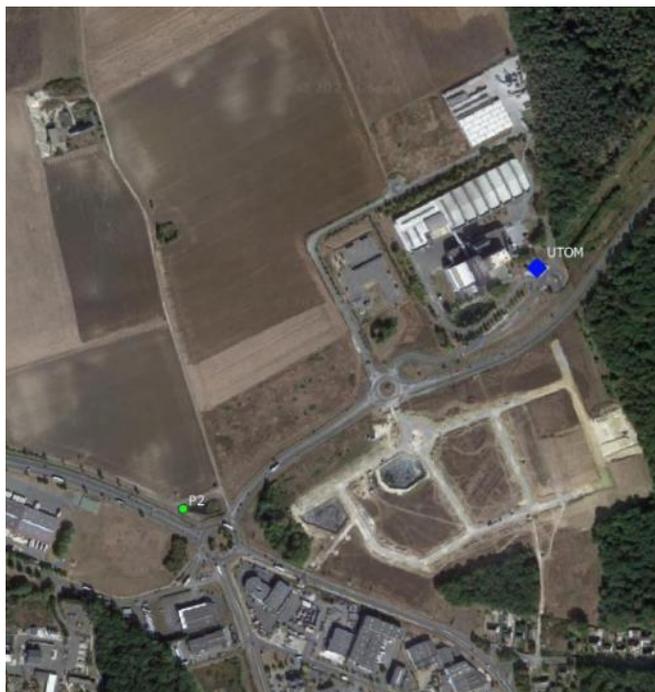
Figure 20 : Localisation des sites de mesures historiques (en jaune) et des sites de mesure 2023 (en vert) par rapport à la modélisation des concentrations de zinc réalisée par GINGER BURGEAP

### ANNEXE 3 – LOCALISATION DES SITES DE PRELEVEMENT

a) Site P1 – Impact maximal nord-est



b) Site P2 – Impact maximal sud-ouest



c) Site P3 – Point historique - Parc d'activités Ormes Saran



d) Site P4 – Bruit de fond urbain

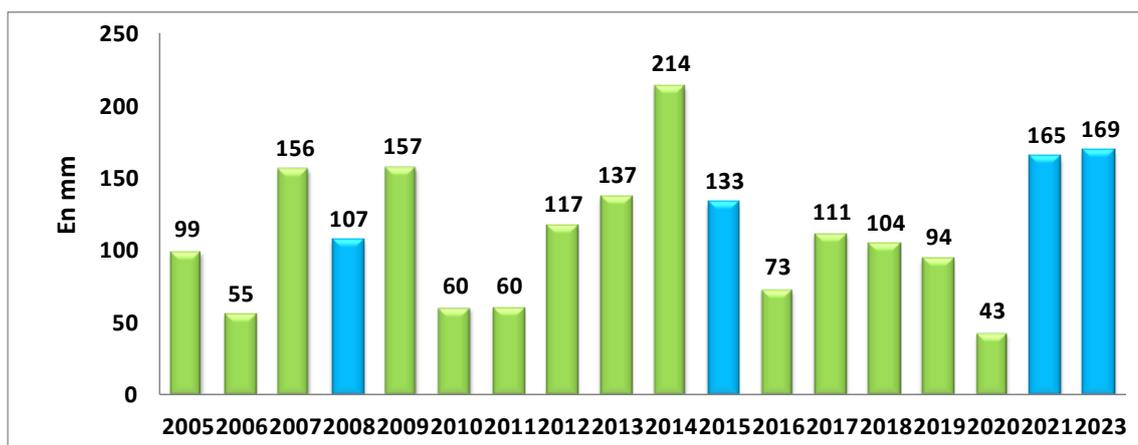


e) Site P5 – Bruit de fond rural



## ANNEXE 4 – ANALYSES DE CONDITIONS METEOROLOGIQUES 2005-2023

### Pluviométrie :



**Figure 21 : Evolution des cumuls de précipitations au cours des campagnes de mesures depuis 2005**

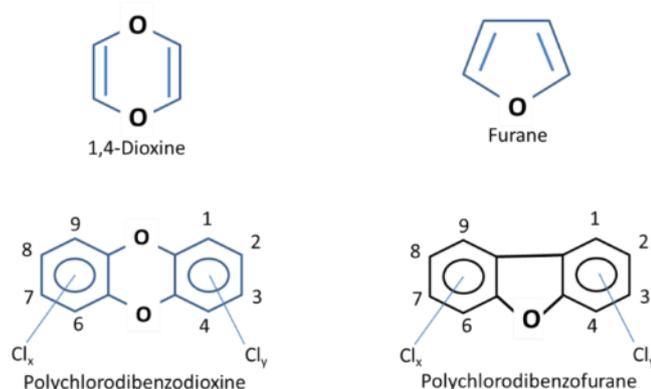
Les cumuls de précipitation correspondant à la même période (septembre-octobre) qu'en 2023 sont en bleu dans la figure 16. Cette année le cumul de 169 mm est le plus fort en comparaison des 3 périodes de prélèvement similaires en 2008, 2015 et 2021 avec respectivement 107, 133 et 165 mm.

## ANNEXE 5 – LES DIOXINES ET FURANES : GENERALITES

### Définitions

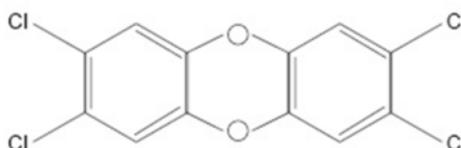
Les dioxines (PCDD : polychlorodibenzodioxines) et les furanes (PCDF : polychlorodibenzofuranes) font partie de la famille des Polluants Organiques Persistants plus connus sous l'appellation de POP (figure 15). Ce sont des composés aromatiques tricycliques chlorés dotés de propriétés physico-chimiques 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 22 : 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 tétrachlorodibenzodioxine : 2,3,7,8 TCDD (dioxine de Seveso, figure 16).



**Figure 23 : 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 24 : 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 9 : 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).

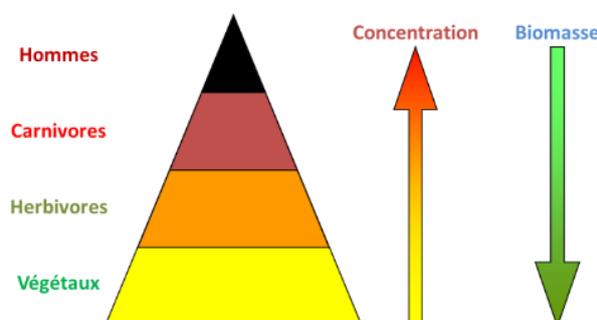


Figure 25 : Evolution des concentrations en dioxines et furanes le long de la chaîne alimentaire

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 cancérigène probable pour l'homme. Les autres formes de dioxines restent dans le groupe 3 (substances non classifiables en ce qui concerne leur cancérogénicité).

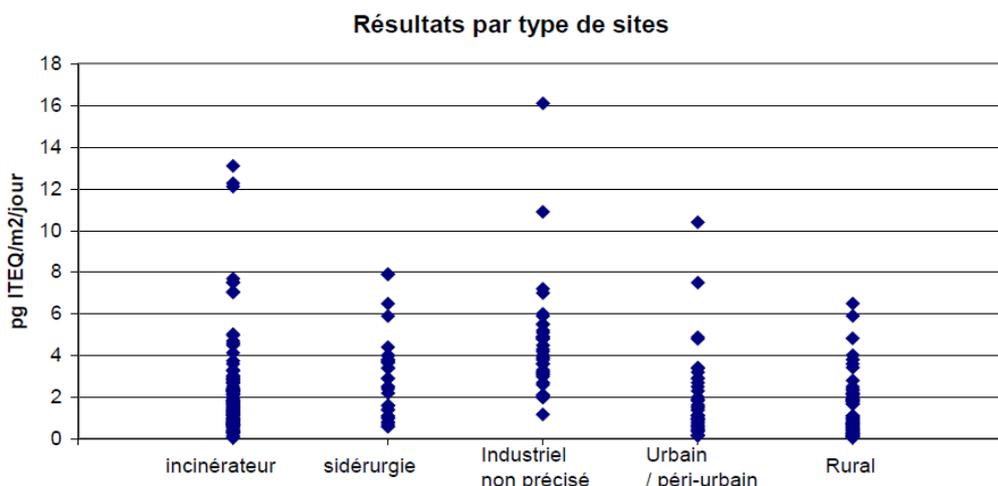
Globalement, plusieurs effets sur la santé peuvent être observés : cancérigène, chloracné, hépatotoxicité, immunosuppresseur, perturbateur endocrinien, défaut de développement et reproduction, diabète...

### 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/m<sup>3</sup>. 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 26 : 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.m<sup>2</sup>).

## ANNEXE 6 – Evolutions de 2005 à 2023 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 6 septembre au 3 novembre 2023 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	/
2022	Prélèvements invalidés			
Septembre-Octobre 2023	0,06	**	**	**

Tableau 10 : Comparaison des équivalents toxiques (en pg I-TEQ/(jour.m<sup>2</sup>) obtenus lors des campagnes de 2005 à 2023

/ : Absence de donnée ; \*\* ces sites ne sont plus utilisés en 2023

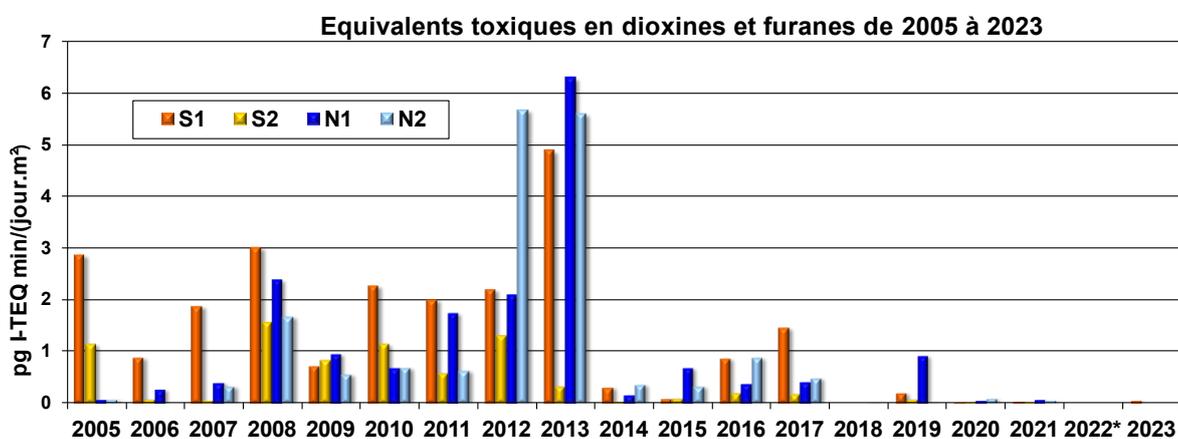


Figure 27 : Comparaison des équivalents toxiques (en pg I-TEQ min/(jour.m<sup>2</sup>) obtenus lors des campagnes de 2005 à 2023

## ANNEXE 7 – 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

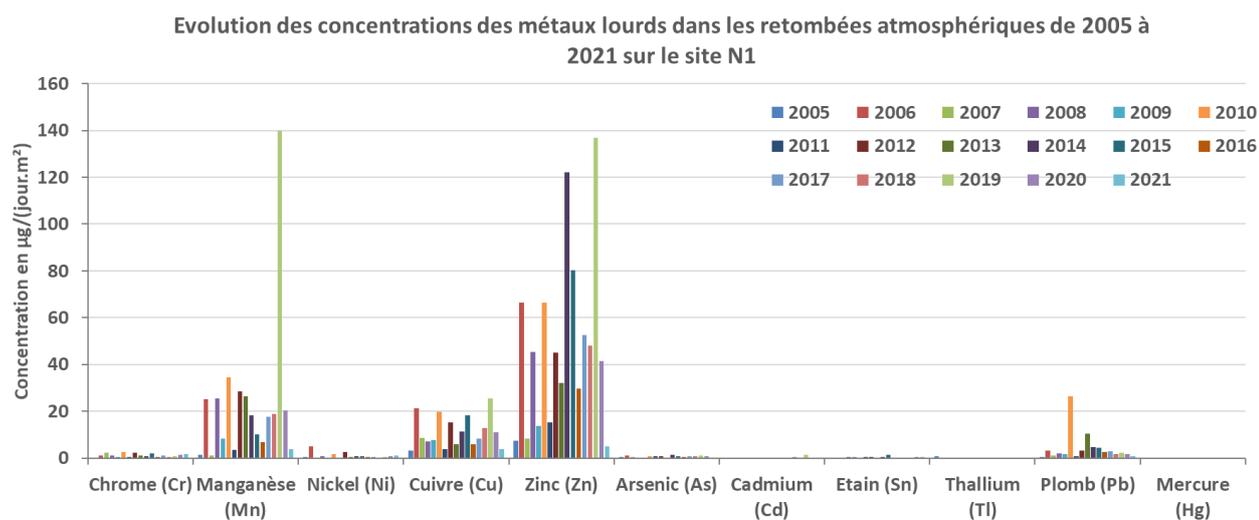
Unité : µg/m <sup>2</sup> /jour	N1													
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Chrome (Cr)	1,2	0,5	2,6	0,4	2,1	1,1	0,9	2,0	0,4	1,1	0,4	0,8	1,3	1,8
Manganèse (Mn)	25,4	8,3	34,6	3,6	28,5	26,3	18,1	10,1	6,9	17,7	18,8	139,9	20,4	3,9
Nickel (Ni)	0,7	<LQ	1,6	0,2	2,7	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						
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	0,01	0,01	0,02	0,03	<LQ	<LQ						

**Tableau 11** : Concentrations en métaux lourds dans les retombées particulières en µg/(jour.m<sup>2</sup>) pour les campagnes de surveillances de 2008 à 2021 sur le site N1

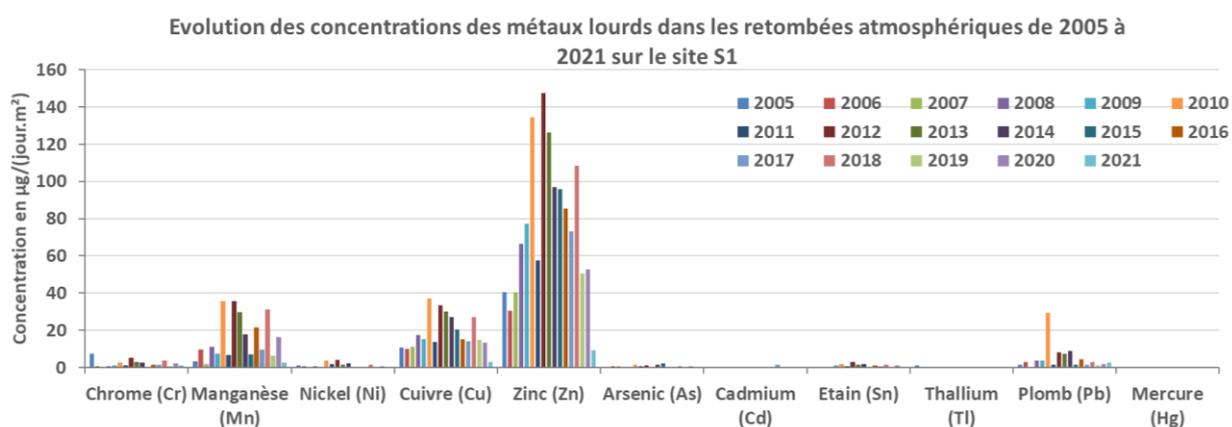
Unité : µg/m <sup>2</sup> /jour	S1													
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Chrome (Cr)	0,8	1,1	2,4	0,9	5,2	2,9	2,7	0,5	1,5	1,6	3,6	0,7	2,1	0,9
Manganèse (Mn)	11,0	7,3	35,7	6,8	35,7	29,6	18,0	7,2	21,7	9,8	31,4	6,3	16,3	2,4
Nickel (Ni)	0,6	0,1	3,6	1,9	4,0	1,3	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 12** : Concentrations en métaux lourds dans les retombées particulières en µg/(jour.m<sup>2</sup>) 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



## ANNEXE 8 – RAPPORTS D'ANALYSE DES DIOXINES ET FURANES



4, rue de Bort-les-Orgues  
ZAC de Grimont / BP 40 010  
57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ  
Tel : 03 87.50.60.70  
Fax : 03 87.50.81.31

### RAPPORT D'ANALYSES ENSK002\_PCD\_R1

LIG' AIR  
Madame Patricia BOULAY-DROUARD  
260, avenue de la Pomme de Pin  
45590 SAINT-CYR-EN-VAL

Vos références : N°2023.11.177 du 08/11/2023

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

#### DESRIPTIF DE L'ANALYSE DE DIOXINES / FURANES - RETOMBEES 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. Le filtrat n'est pas extrait car les congénères d'intérêts étant insolubles, l'ensemble des composés potentiellement présents sont piégés sur le filtre. 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
27/11/2023	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 7 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 – V8 – 21/03/2022

MicroPolluants Technologie SA

Page 1 sur 7

ENSK002\_PCD\_R1

Echantillon reçu le : 10/11/2023

Référence Interne		ENSK005			
Référence Externe		Saran P1 2023 D			
Nature		Retombées atmosphériques totales			
Volume d'échantillon (l)		10,45			
Masse de particules insolubles (g)		0,060			
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	87
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	68
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	84
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 *	8,156	0,01	0,082	0,082	77
OCDD *	20,830	0,001	0,021	0,021	55
<b>Dioxines</b>	<b>28,987 &lt; Total &lt; 31,237</b>				
2,3,7,8 TCDF *	< 0,250	0,1	0,000	0,025	77
1,2,3,7,8 PeCDF *	< 0,500	0,05	0,000	0,025	3
2,3,4,7,8 PeCDF *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	74
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	90
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	105
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	0,507	0,1	0,051	0,051	87
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	7
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	3,000	0,01	0,030	0,030	87
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 1,000	0,01	0,000	0,010	5
OCDF *	2,289	0,001	0,002	0,002	46
<b>Furannes</b>	<b>5,796 &lt; Total &lt; 9,546</b>				
<b>TOTAL TEQ NATO (pg/échantillon)</b>			<b>0,185</b>	<b>1,295</b>	
<b>TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/échantillon)</b>			<b>0,165</b>	<b>1,525</b>	
<b>TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/échantillon)</b>			<b>0,169</b>	<b>1,419</b>	
Total TCDD	< 25,000				
Total PeCDD	< 50,000				
Total HxCDD	< 50,000				
Total HpCDD	24,143				
<b>Total PCDD</b>	<b>44,974 &lt; Total &lt; 169,974</b>				
Total TCDF	< 25,000				
Total PeCDF	< 50,000				
Total HxCDF	< 50,000				
Total HpCDF	< 10,000				
<b>Total PCDF</b>	<b>2,289 &lt; Total &lt; 137,289</b>				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 23/11/2023 à 08:52		
Analyse par GC/HRMS			Le 24/11/2023 à 08:21		

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 : 10/11/2023

Référence Interne		ENSK006			
Référence Externe		Saran P2 2023 D			
Nature		Retombées atmosphériques totales			
Volume d'échantillon (l)		10,92			
Masse de particules insolubles (g)		0,167			
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	65
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	83
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	97
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	12,067	0,01	0,121	0,121	83
OCDD *	61,160	0,001	0,061	0,061	56
<b>Dioxines</b>	<b>73,227 &lt; Total &lt; 75,477</b>				
2,3,7,8 TCDF *	< 0,250	0,1	0,000	0,025	78
1,2,3,7,8 PeCDF *	< 0,500	0,05	0,000	0,025	10
2,3,4,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	74
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	91
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	113
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	25
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	4,449	0,01	0,044	0,044	93
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 1,000	0,01	0,000	0,010	29
OCDF *	4,024	0,001	0,004	0,004	48
<b>Furannes</b>	<b>8,473 &lt; Total &lt; 12,723</b>				
<b>TOTAL TEQ NATO (pg/échantillon)</b>			<b>0,230</b>	<b>1,390</b>	
<b>TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/échantillon)</b>			<b>0,172</b>	<b>1,582</b>	
<b>TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/échantillon)</b>			<b>0,185</b>	<b>1,485</b>	
Total TCDD	< 25,000				
Total PeCDD	< 50,000				
Total HxCDD	< 50,000				
Total HpCDD	25,941				
<b>Total PCDD</b>	<b>87,100 &lt; Total &lt; 212,100</b>				
Total TCDF	< 25,000				
Total PeCDF	< 50,000				
Total HxCDF	< 50,000				
Total HpCDF	< 10,000				
<b>Total PCDF</b>	<b>4,024 &lt; Total &lt; 139,024</b>				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 23/11/2023 à 08:52		
Analyse par GC/HRMS			Le 24/11/2023 à 09:01		

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

Echantillon reçu le : 10/11/2023

Référence Interne		ENSK007			
Référence Externe		Saran P3 2023 D			
Nature		Retombées atmosphériques totales			
Volume d'échantillon (l)		10,40			
Masse de particules insolubles (g)		0,136			
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	98
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	80
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	89
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	93
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	10,094	0,01	0,101	0,101	82
OCDD *	23,471	0,001	0,023	0,023	55
<b>Dioxines</b>	<b>33,565 &lt; Total &lt; 35,815</b>				
2,3,7,8 TCDF *	< 0,250	0,1	0,000	0,025	86
1,2,3,7,8 PeCDF *	< 0,500	0,05	0,000	0,025	9
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	98
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	115
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	92
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	12
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	4,692	0,01	0,047	0,047	94
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 1,000	0,01	0,000	0,010	7
OCDF *	2,549	0,001	0,003	0,003	47
<b>Furannes</b>	<b>7,240 &lt; Total &lt; 11,490</b>				
<b>TOTAL TEQ NATO (pg/échantillon)</b>			<b>0,174</b>	<b>1,334</b>	
<b>TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/échantillon)</b>			<b>0,150</b>	<b>1,560</b>	
<b>TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/échantillon)</b>			<b>0,156</b>	<b>1,456</b>	
Total TCDD	< 25,000				
Total PeCDD	< 50,000				
Total HxCDD	< 50,000				
Total HpCDD	26,075				
<b>Total PCDD</b>	<b>49,546 &lt; Total &lt; 174,546</b>				
Total TCDF	< 25,000				
Total PeCDF	< 50,000				
Total HxCDF	< 50,000				
Total HpCDF	< 10,000				
<b>Total PCDF</b>	<b>2,549 &lt; Total &lt; 137,549</b>				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 23/11/2023 à 08:52		
Analyse par GC/HRMS			Le 24/11/2023 à 09:40		

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 : 10/11/2023

Référence Interne		ENSK008			
Référence Externe		Saran P4 2023 D			
Nature		Retombées atmosphériques totales			
Volume d'échantillon (l)		11,53			
Masse de particules insolubles (g)		0,167			
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	98
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	80
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	87
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	100
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	7,028	0,01	0,070	0,070	83
OCDD *	25,575	0,001	0,026	0,026	54
<b>Dioxines</b>	<b>32,602 &lt; Total &lt; 34,852</b>				
2,3,7,8 TCDF *	< 0,250	0,1	0,000	0,025	86
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	85
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	102
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	111
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	91
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	12
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	1,874	0,01	0,019	0,019	91
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 1,000	0,01	0,000	0,010	9
OCDF *	1,168	0,001	0,001	0,001	47
<b>Furannes</b>	<b>3,042 &lt; Total &lt; 7,292</b>				
<b>TOTAL TEQ NATO (pg/échantillon)</b>			<b>0,116</b>	<b>1,276</b>	
<b>TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/échantillon)</b>			<b>0,092</b>	<b>1,502</b>	
<b>TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/échantillon)</b>			<b>0,097</b>	<b>1,397</b>	
Total TCDD	< 25,000				
Total PeCDD	< 50,000				
Total HxCDD	< 50,000				
Total HpCDD	18,564				
<b>Total PCDD</b>	<b>44,139 &lt; Total &lt; 169,139</b>				
Total TCDF	< 25,000				
Total PeCDF	< 50,000				
Total HxCDF	< 50,000				
Total HpCDF	< 10,000				
<b>Total PCDF</b>	<b>1,168 &lt; Total &lt; 136,168</b>				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 23/11/2023 à 08:52		
Analyse par GC/HRMS			Le 24/11/2023 à 10:19		

**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 : 10/11/2023

Référence Interne		ENSK009			
Référence Externe		Saran P5 2023 D			
Nature		Retombées atmosphériques totales			
Volume d'échantillon (l)		10,28			
Masse de particules insolubles (g)		0,212			
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	67
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	83
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 *	2,715	0,01	0,027	0,027	78
OCDD *	14,937	0,001	0,015	0,015	51
<b>Dioxines</b>	<b>17,652 &lt; Total &lt; 19,902</b>				
2,3,7,8 TCDF *	< 0,250	0,1	0,000	0,025	79
1,2,3,7,8 PeCDF *	< 0,500	0,05	0,000	0,025	3
2,3,4,7,8 PeCDF *	< 0,500	0,5	0,000	0,250	81
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	96
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	111
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	94
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	< 0,500	0,1	0,000	0,050	6
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	4
OCDF *	< 1,000	0,001	0,000	0,001	45
<b>Furannes</b>	<b>&lt; 6,250</b>				
<b>TOTAL TEQ NATO (pg/échantillon)</b>			<b>0,042</b>	<b>1,213</b>	
<b>TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/échantillon)</b>			<b>0,029</b>	<b>1,449</b>	
<b>TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/échantillon)</b>			<b>0,032</b>	<b>1,342</b>	
Total TCDD	< 25,000				
Total PeCDD	< 50,000				
Total HxCDD	< 50,000				
Total HpCDD	12,105				
<b>Total PCDD</b>	<b>27,043 &lt; Total &lt; 152,043</b>				
Total TCDF	< 25,000				
Total PeCDF	< 50,000				
Total HxCDF	< 50,000				
Total HpCDF	< 10,000				
<b>Total PCDF</b>	<b>&lt; 136,000</b>				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 23/11/2023 à 08:52		
Analyse par GC/HRMS			Le 24/11/2023 à 10:58		

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

## ANNEXE 9 – RAPPORTS D'ANALYSE DES METAUX LOURDS



4, rue de Bort-lès-Orgues  
ZAC de Grimon / 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 ENSK004\_MEG\_R1

LIG'AIR

Madame Patricia BOULAY-DROUARD

260, avenue de la Pomme de Pin

45590 - SAINT-CYR-EN-VAL

Vos références : N°2023.11.177 du 08/11/2023

Echantillon reçu le : 10/11/2023

Analyse effectuée le : 27/11/2023

Norme : Méthode interne selon NF X43-014/EN 15853

Technique : AFS

Matrice : Retombées atmo. solubles et insolubles

Date	Description	Validé par
28/11/2023	Rapport final	Mamoune EL HIMRI 

Responsable d'analyse

MicroPolluants Technologie SA

1 sur 3 Pages

ENSK004\_MEG\_R1

Référence externe : Saran Blanc jauges metaux 2023 (Blanc)  
Référence interne : ENSK001

<b>Volume total (mL)</b>	2995
<b>Partie Insoluble</b>	Partie Insoluble
<b>Eléments</b>	Concentration en ng/échantillon
<b>Hg</b>	<72
<b>Partie soluble</b>	Partie soluble
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/L
<b>Hg</b>	<0,05

Référence externe : Saran P 2023M  
Référence interne : ENSK002

<b>Volume total (mL)</b>	13365
<b>Partie Insoluble</b>	Partie Insoluble
<b>Eléments</b>	Concentration en ng/échantillon
<b>Hg</b>	<326
<b>Partie soluble</b>	Partie soluble
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/L
<b>Hg</b>	<0,05

Référence externe : Saran P2 2023M  
Référence interne : ENSK003

<b>Volume total (mL)</b>	12849
<b>Partie Insoluble</b>	Partie Insoluble
<b>Eléments</b>	Concentration en ng/échantillon
<b>Hg</b>	<302
<b>Partie soluble</b>	Partie soluble
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/L
<b>Hg</b>	<0,05

MicroPolluants Technologie SA

2 sur 3 Pages

ENSK004\_MEG\_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.

Legende:

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

MicroPolluants Technologie SA

3 sur 3 Pages

ENSK004\_MEG\_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**  
**ENSK003\_MET\_R1**

**LIG'AIR**  
Madame Patricia BOULAY-DROUARD  
260, avenue de la Pomme de Pin  
  
45590 - SAINT-CYR-EN-VAL

Vos références N°2023.11.177 du 08/11/2023

Echantillon reçu le 10/11/2023 Analyse effectuée le : 27/11/2023

Norme : Méthode interne selon NF X43-014/NF EN 15841

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
28/11/2023	Rapport final	Mamoune EL HIMRI 

Responsable d'analyse

Référence externe : Saran Blanc jauges metaux 2023 (Blanc)  
Référence interne : ENSK001

<b>Volume total (mL)</b>	2995
<b>Partie insoluble</b>	<b>Partie Insoluble</b>
<b>Eléments</b>	<b>Concentration en ng/échantillon</b>
V	< 358
Cr	< 358
Mn	< 358
Co	< 358
Ni	< 358
Cu	< 358
Zn	< 716
As	< 71,6
Cd	< 71,6
Sb	< 358
Pb	< 71,6
<b>Partie soluble</b>	<b>Partie soluble</b>
<b>Eléments</b>	<b>Concentration en µg/L</b>
V	<0,5
Cr	<0,5
Mn	<0,5
Co	<0,5
Ni	<0,5
Cu	<0,5
Zn	1,00
As	0,387
Cd	<0,1
Sb	<0,5
Pb	<0,1

Référence externe : Saran P 2023M  
Référence interne : ENSK002

<b>Volume total (mL)</b>	13365
<b>Partie insoluble</b>	Partie Insoluble
<b>Eléments</b>	Concentration en ng/échantillon
V	< 1631
Cr	< 1631
Mn	5 195
Co	< 1631
Ni	< 1631
Cu	2 384
Zn	< 3262
As	< 326
Cd	< 326
Sb	< 1631
Pb	< 326
<b>Partie soluble</b>	Partie soluble
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/L
V	<0,5
Cr	<0,5
Mn	<0,5
Co	<0,5
Ni	<0,5
Cu	0,843
Zn	3,82
As	<0,1
Cd	<0,1
Sb	<0,5
Pb	<0,1

Référence externe : Saran P2 2023M  
Référence interne : ENSK003

<b>Volume total (mL)</b>	12849
<b>Partie insoluble</b>	Partie Insoluble
<b>Eléments</b>	Concentration en ng/échantillon
V	3 320
Cr	3 351
Mn	25 344
Co	< 1508
Ni	1 777
Cu	22 316
Zn	93 006
As	535
Cd	< 301
Sb	4 047
Pb	3 081
<b>Partie soluble</b>	Partie soluble
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/L
V	<0,5
Cr	<0,5
Mn	<0,5
Co	<0,5
Ni	<0,5
Cu	1,80
Zn	27,4
As	0,128
Cd	<0,1
Sb	<0,5
Pb	<0,1

MicroPolluants Technologie SA

4 sur 5 Pages

ENSK003\_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.

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

MicroPolluants Technologie SA

5 sur 5 Pages

ENSK003\_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.

---



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](mailto:ligair@ligair.fr)

---

i