



# Surveillance des retombées particulaires

Dioxines et furanes  
Métaux lourds



## UTOM Saran

5 janvier – 6 mars 2017

Version finale  
Mai 2017

**Lig'Air**

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

# TABLE DES MATIERES

---

<b>TABLE DES MATIERES</b>	<b>2</b>
<b>GLOSSAIRE</b>	<b>3</b>
<b>AVERTISSEMENT</b>	<b>4</b>
<b>1. CADRE DE L'ETUDE</b>	<b>5</b>
<b>2. LOCALISATION DES SITES DE MESURES</b>	<b>5</b>
<b>3. CONDITIONS METEOROLOGIQUES</b>	<b>8</b>
<b>4. RESULTATS GLOBAUX</b>	<b>10</b>
<b>4.1 DIOXINES ET FURANES</b>	<b>10</b>
4.1.1 CONCENTRATION MOLECULAIRE	10
4.1.2 EQUIVALENT TOXIQUE	12
4.1.3 VARIATION DES SIGNATURES	13
4.1.4 COMPARAISON AUX RESULTATS DES PRECEDENTES CAMPAGNES	14
<b>4.2 METAUX LOURDS</b>	<b>16</b>
4.2.1 METAUX LOURDS DANS LES RETOMBEES ATMOSPHERIQUES	16
4.2.2 METAUX LOURDS DANS LES PARTICULES EN SUSPENSION PM <sub>10</sub>	19
<b>5. CONCLUSIONS</b>	<b>21</b>
<b>6. BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>22</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b>	<b>23</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	<b>23</b>
<b>ANNEXE 1 – LOCALISATION DES SITES DE PRELEVEMENT</b>	<b>24</b>
SITE N1 – FERME DE SAINT AIGNAN	24
SITE N2 – CHATEAU D'EAU DE CHEVILLY	24
SITE S1 – PARC D'ACTIVITES ORMES SARAN	25
SITE S2 – ESPACES VERTS DES SERVICES TECHNIQUES D'INGRE	25
<b>ANNEXE 2 – LES DIOXINES ET FURANES : GENERALITES</b>	<b>26</b>
<b>1. DEFINITIONS</b>	<b>26</b>
<b>2. SOURCES D'EMISSIONS</b>	<b>27</b>
<b>3. CONSEQUENCES SUR LA SANTE</b>	<b>28</b>
<b>4. REGLEMENTATION</b>	<b>29</b>
<b>ANNEXE 3 – RAPPORTS D'ANALYSE DES DIOXINES ET FURANES</b>	<b>31</b>
<b>ANNEXE 4 – RAPPORTS D'ANALYSE DES METAUX LOURDS</b>	<b>37</b>

## GLOSSAIRE

---

UTOM	Unité de Traitement des Ordures Ménagères
CIRC	Centre International de Recherche contre le Cancer
pg/g	picogramme par gramme
pg/echantillon	picogramme par échantillon
I-TEQ	Indicateur équivalent toxique
pg I-TEQ/m <sup>2</sup> .jour <sup>-1</sup>	équivalents toxiques en picogramme par mètre carré et par jour
ng/m <sup>3</sup>	nanogramme par mètre cube
µg/m <sup>2</sup> .jour <sup>-1</sup>	microgramme par mètre carré et par jour
ng/m <sup>2</sup> .jour <sup>-1</sup>	nanogramme par mètre carré et par jour
PCDD	Polychlorodibenzodioxines
PCDF	Polychlorodibenzofuranes
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	1,2,3,4,6,7,8,9 HeptaChloroDibenzoDioxine
OCDD	OctoChloroDibenzoDioxine
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	1,2,3,4,6,7,8,9 HeptaChloroDibenzoFurane
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	1,2,3,4,7,8,9 HeptaChloroDibenzoFurane
OCDF	OctoChloroDibenzoFurane

## **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.

## **1. CADRE DE L'ETUDE**

---

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 05 janvier au 06 mars 2017.

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.

## **2. 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.

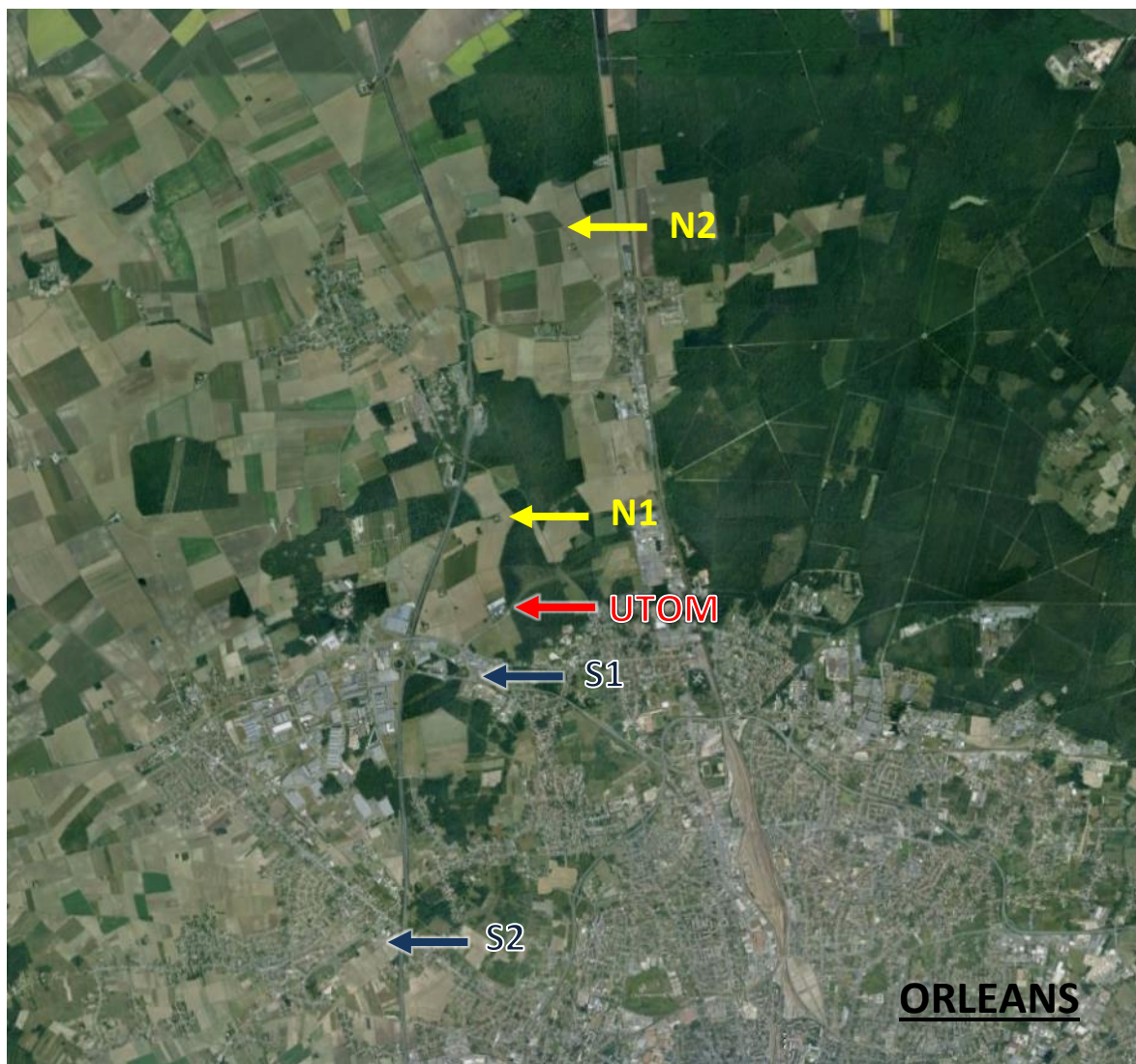
### **2.1 PRELEVEMENT DES DIOXINES ET FURANES**

Les prélèvements des dioxines et furanes sont réalisés sur 4 sites<sup>1</sup> localisés au nord-est (N1 et N2) et au sud-ouest (S1 et S2).

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.

---

<sup>1</sup> cf. Annexe 1 : Localisation des sites page 22



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

Référence	Nom du site	Coordonnées GPS
	UTOM (Saran)	N 47,95608 E 1,864478
N1	Ferme Saint-Aignan (route de Gidy)	N 47,96523 E 1,86303
N2	Château d'eau (rue du château d'eau, Chevilly)	N 47,99525 E 1,87325
S1	Parc d'activités d'Ormes-Saran (Rue F. Perrin, Saran)	N 47,94951 E 1,85987
S2	Espaces verts des services techniques (Rue de la Driotte, Ingré)	N 47,92299 E 1,84529

*Tableau 1 : Localisation des sites de prélèvement pour la campagne 2017*

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).

## 2.2 PRELEVEMENT DES METAUX LOURDS

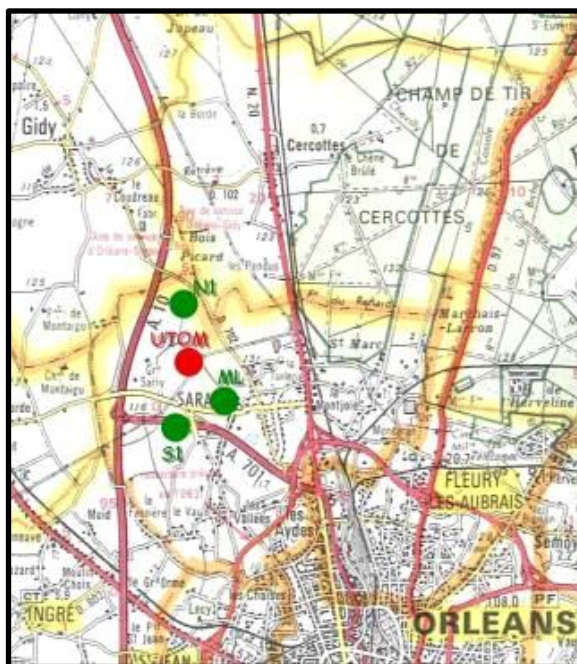
Les métaux lourds sont mesurés dans les retombées particulières ainsi que dans les particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm (PM<sub>10</sub>).

Le prélèvement des métaux dans les retombées particulières est réalisé à l'aide de Jauge 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 PM<sub>10</sub> destiné à l'analyse des métaux lourds a été réalisé à l'aide d'un préleveur actif d'un débit de 1 m<sup>3</sup>/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'étang 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).



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

## 2.3 PERIODE DE PRELEVEMENTS

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

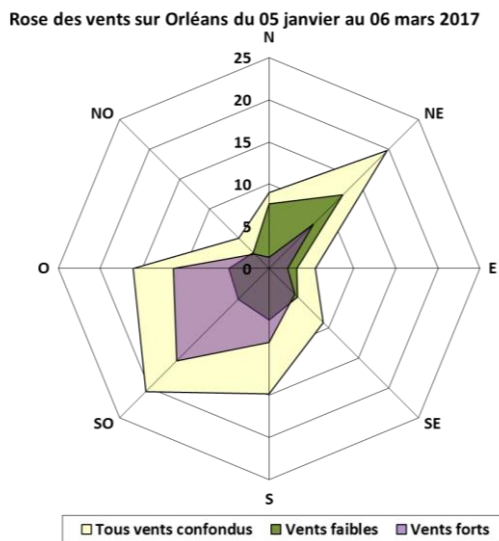
La campagne 2017 a été réalisée de début janvier à début mars 2017 (du 05 janvier au 06 mars 2017).

## 3. CONDITIONS METEOROLOGIQUES

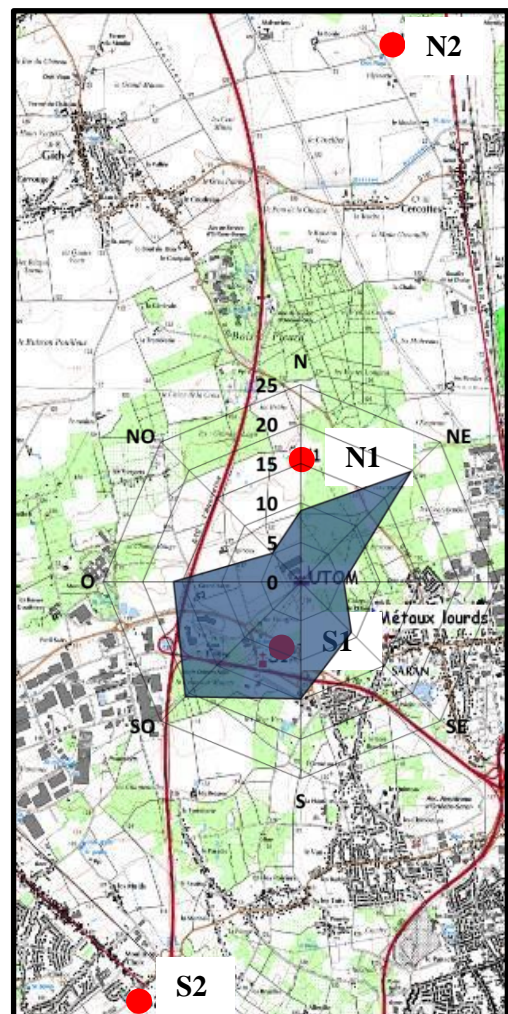
Les données météorologiques utilisées dans ce rapport sont issues de la station Bricy de Météo France basée à environ 7 km au Nord-Ouest de l'UTOM.

La période de prélèvement a été marquée par des vents de secteurs sud-ouest à nord-est (figure 4 et tableau 2).

Le mois de janvier a été relativement froid ( $-2^{\circ}\text{C}$  par rapport aux normales de saison) et sec contrairement au mois de février qui a été marqué par une relative douceur avec des événements pluvieux plus fréquents.



**Figure 4 : Roses des vents du 05 janvier au 06 mars 2017 (Source Météo France)**

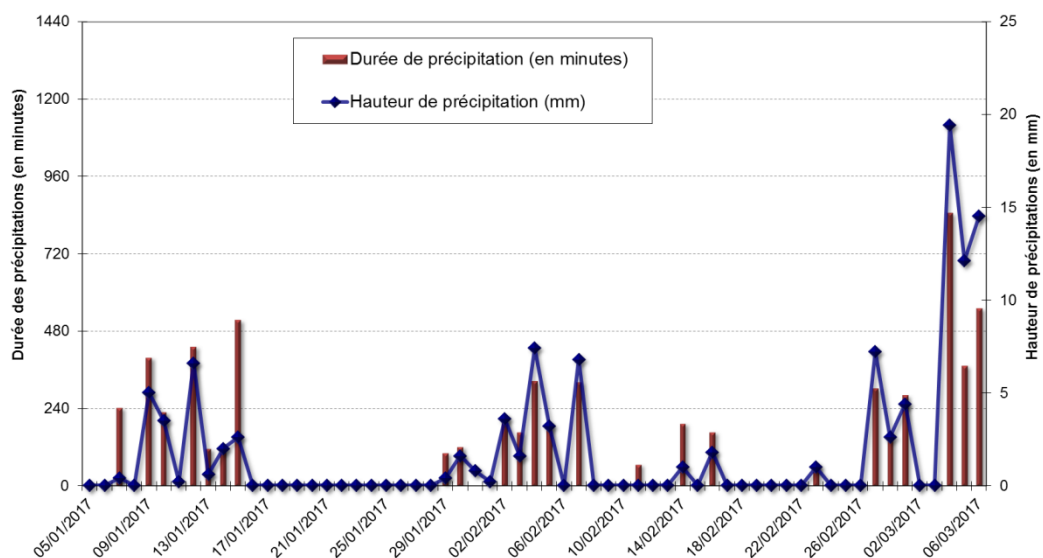




Orientation	Vents faibles	Vents forts	Tous vents confondus
N	7,7	1,3	9,0
NE	12,4	7,4	19,8
E	3,3	2,2	5,5
SE	4,8	4,3	9,1
S	6,1	8,8	14,9
SO	5,2	15,5	20,6
O	4,8	11,3	16,1
NO	2,7	2,4	5,1

**Tableau 2 : Fréquence d'apparition des vents en % du 05 janvier au 06 mars 2017**

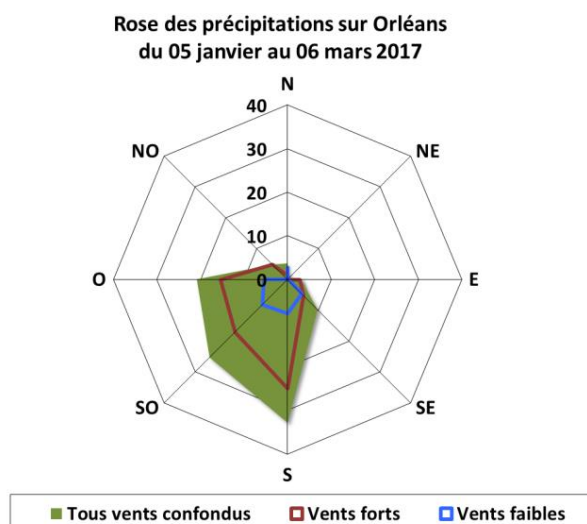
En cumul sur la période d'étude, 111 mm de précipitations ont été comptabilisés toutes directions de vents confondues (figure 5). Ces précipitations ont été réparties irrégulièrement sur les deux mois de l'étude avec trois évènements pluvieux marqués par de fortes intensités : du 7 au 15 janvier 2017, du 29 janvier au 7 février 2017 et du 27 février au 6 mars 2017. Quelques précipitations de faibles intensités se sont produites durant le mois de février (les 14, 16 et 23 février 2017). Deux périodes de temps sec sans précipitation ont été observées durant plusieurs jours entre le 16 et le 28 janvier 2017 et entre le 17 et le 22 février 2017.



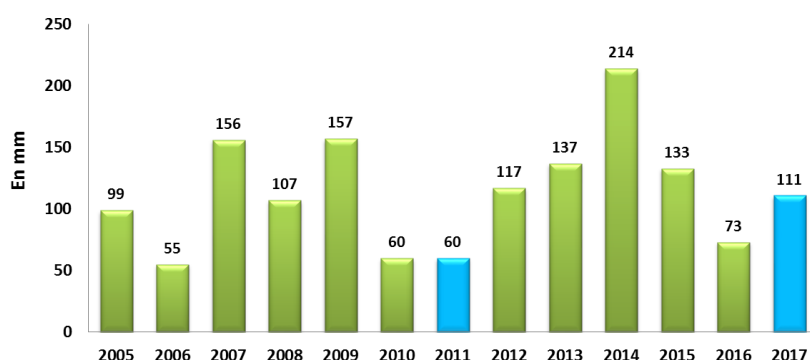
**Figure 5 : Hauteur et durée des précipitations du 05 janvier au 06 mars 2017 (Source Météo France)**

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

**Figure 6 : Rose des hauteurs de précipitations en mm du 05 janvier au 06 mars 2017 (Source Météo France)**



Le cumul des pluies enregistré lors de la période d'étude est relativement important contrairement au cumul obtenu en 2016 comme le montre la figure 7. Il est deux fois plus élevé que celui obtenu lors de la campagne 2011 au cours de laquelle les prélèvements ont été réalisés sur la même période (du 5 janvier au 8 mars 2011).



*Figure 7 : Evolution des cumuls de précipitations au cours des campagnes de mesures depuis 2005 (Source Météo France)*

## 4. RESULTATS GLOBAUX

### 4.1 DIOXINES ET FURANES<sup>2</sup>

#### 4.1.1 Concentration moléculaire

Les rapports d'analyses fournis par le laboratoire Micropolluants Technologie SA sont présentés en annexe 3. Le tableau 3 présente les concentrations de chaque congénère par site. La dernière colonne fournit les niveaux des congénères dans le blanc terrain. Les chiffres précédés du signe < 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	< 0,25	< 0,25	<b>0,4</b>	< 0,25	< 0,25
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,5	< 0,5	<b>0,8</b>	< 0,5	< 0,5
1,2,3,4,7,8 HxCDD	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	< 0,5	< 0,5
1,2,3,6,7,8 HxCDD	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>	<b>2,6</b>	<b>1,0</b>	< 0,5
1,2,3,7,8,9 HxCDD	<b>0,9</b>	<b>1,3</b>	<b>1,8</b>	<b>0,9</b>	< 0,5
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	<b>9,1</b>	<b>13,3</b>	<b>24,7</b>	<b>11,0</b>	<b>1,4</b>
OCDD	<b>23,9</b>	<b>36,0</b>	<b>85,9</b>	<b>30,9</b>	<b>4,0</b>
2,3,7,8 TCDF	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>2,4</b>	<b>0,9</b>	< 0,25
1,2,3,7,8 PeCDF	<b>0,8</b>	< 0,5	<b>1,7</b>	< 0,5	< 0,5
2,3,4,7,8 PeCDF	<b>0,9</b>	<b>1,2</b>	<b>2,8</b>	< 0,5	< 0,5
1,2,3,4,7,8 HxCDF	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>2,2</b>	< 0,5	< 0,5
1,2,3,6,7,8 HxCDF	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>2,8</b>	< 0,5	< 0,5
2,3,4,6,7,8 HxCDF	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>	<b>2,5</b>	<b>0,9</b>	< 0,5
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,5	< 0,5	<b>1,3</b>	< 0,5	< 0,5
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	<b>2,6</b>	<b>3,4</b>	<b>9,8</b>	<b>3,0</b>	< 1
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 1	< 1	<b>1,5</b>	< 1	< 1
OCDF	<b>3,2</b>	<b>4,4</b>	<b>9,3</b>	<b>3,7</b>	<b>1,7</b>

Les concentrations sont exprimées en picogramme par échantillon ( $10^{-12}$  gramme par échantillon).

*Tableau 3 : Concentrations des 17 congénères les plus toxiques (pg/échantillon) du 05 janvier au 06 mars 2017 autour de l'incinérateur de Saran*

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

Les 17 molécules recherchées ont été mesurées sur tous les sites confondus. Le site S1 est le seul site sur lequel les 17 molécules ont été observées suivies par le site N1 avec 13 molécules, N2 avec 12 molécules et S2 avec 7 molécules.

Les trois congénères les plus toxiques (2,3,7,8 TetraChloroDibenzoDioxine [dioxine de Seveso], 1,2,3,7,8 PentaChloroDibenzoDioxine et 2,3,4,7,8 PentaChloroDibenzoFurane) ont été détectés au cours de cette campagne 2017.

Le 2,3,7,8 TetraChloroDibenzoDioxine [dioxine de Seveso] n'a été mesuré que sur le site 1 avec une concentration très faible. Le 2,3,4,7,8 PentaChloroDibenzoFurane a été détecté sur les sites N1, N2 et S1. Enfin, le congénère 1,2,3,7,8 PentaChloroDibenzoDioxine n'a été observé que sur le site S1.

Ces trois congénères ont été mesurés avec des concentrations très faibles (inférieures à 3 pg/échantillon).

Comme le montre la figure 8, les concentrations en dioxines restent très faibles sur l'ensemble des sites voire nulles, sauf pour le 1,2,3,4,3,7,8 HpCDD et l'OCDD. Pour les dioxines, l'OCDD est le congénère le plus important en particulier sur le site S1 avec une valeur proche de 29 pg/(jour.m<sup>2</sup>).

Le changement d'unité du pg/échantillon en pg/(jour.m<sup>2</sup>) se fait avec la formulation suivante :

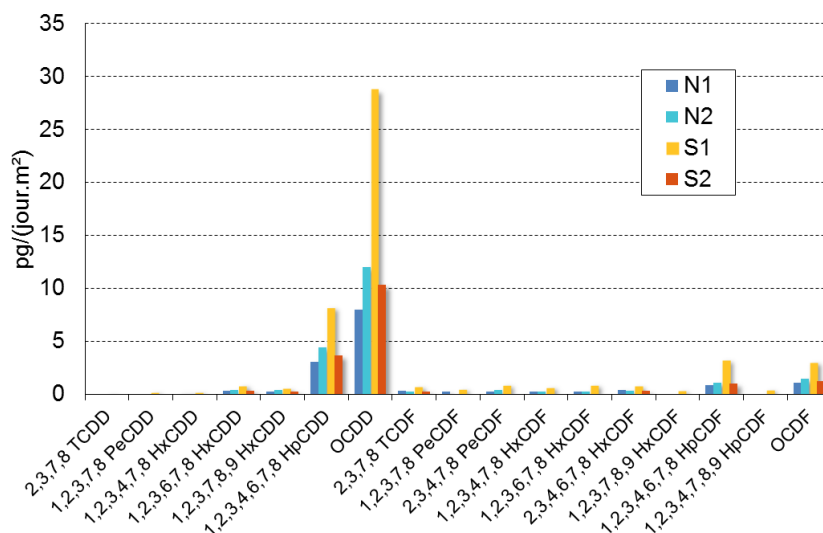
$$1 \text{ pg}/(\text{jour} \cdot \text{m}^2) = \frac{1 \text{ pg}/\text{échantillon}}{nb_{\text{jour}} * \text{surface}_{\text{entonnaoir}}}$$

avec  $nb_{\text{jour}} = 61 \text{ jours}$  et  $\text{surface}_{\text{entonnaoir}} = 0,049 \text{ m}^2$

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 S1 de l'ordre de 8 pg/(jour.m<sup>2</sup>). Parmi les furanes, l'OCDF et le 1,2,3,4,6,7,8 HpCDF sont les deux molécules qui obtiennent les concentrations les plus importantes notamment sur le site S1. Les autres congénères identifiés présentent quant à eux des concentrations très faibles, inférieures à 1 pg/(jour.m<sup>2</sup>).

L'analyse du blanc de terrain a mis en évidence la présence de trois congénères : deux dioxines, le OCDD et le 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD et un seul furane, le OCDF ; ces trois congénères ayant des concentrations très faibles.

Suite aux recommandations nationales sur le traitement des mesures de dioxines et furanes<sup>1</sup>, les blancs ne sont pas soustraits des résultats d'analyse (tableau 3).



**Figure 8 : Concentrations des différents congénères mesurés du 05 janvier au 06 mars 2017 en pg/(jour.m<sup>2</sup>)**

#### 4.1.2 Equivalent toxique

Le tableau 4 présente les équivalents toxiques (I-TEQ<sub>OTAN</sub>) en picogramme ramenés à l'unité de surface (m<sup>2</sup>) 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			0,131	
1,2,3,7,8 PeCDD			0,138	
1,2,3,4,7,8 HxCDD	0,017	0,019	0,027	
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0,032	0,040	0,089	0,034
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,030	0,043	0,061	0,029
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0,031	0,045	0,083	0,037
OCDD	0,008	0,012	0,029	0,010
2,3,7,8 TCDF	0,031	0,025	0,079	0,029
1,2,3,7,8 PeCDF	0,013		0,028	
2,3,4,7,8 PeCDF	0,148	0,207	0,474	
1,2,3,4,7,8 HxCDF	0,024	0,028	0,072	
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,024	0,026	0,093	
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,044	0,038	0,084	0,031
1,2,3,7,8,9 HxCDF			0,042	
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,009	0,011	0,033	0,010
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF			0,005	
OCDF	0,001	0,001	0,003	0,001
<b>Total</b>	<b>0,413</b>	<b>0,494</b>	<b>1,470</b>	<b>0,182</b>

**Tableau 4 : Equivalents toxiques minima par congénère et par site observés autour de l'UTOM de Saran du 05 janvier au 06 mars 2017 (en pg I-TEQ/m<sup>2</sup>/jour)**

L'équivalent toxique le plus élevé est observé sur le site S1 avec 1,47 pg I-TEQ/m<sup>2</sup>/jour suivi par les sites N2 et N1 avec respectivement 0,494 et 0,413 pg I-TEQ/m<sup>2</sup>/jour. Sur le site S1, le congénère

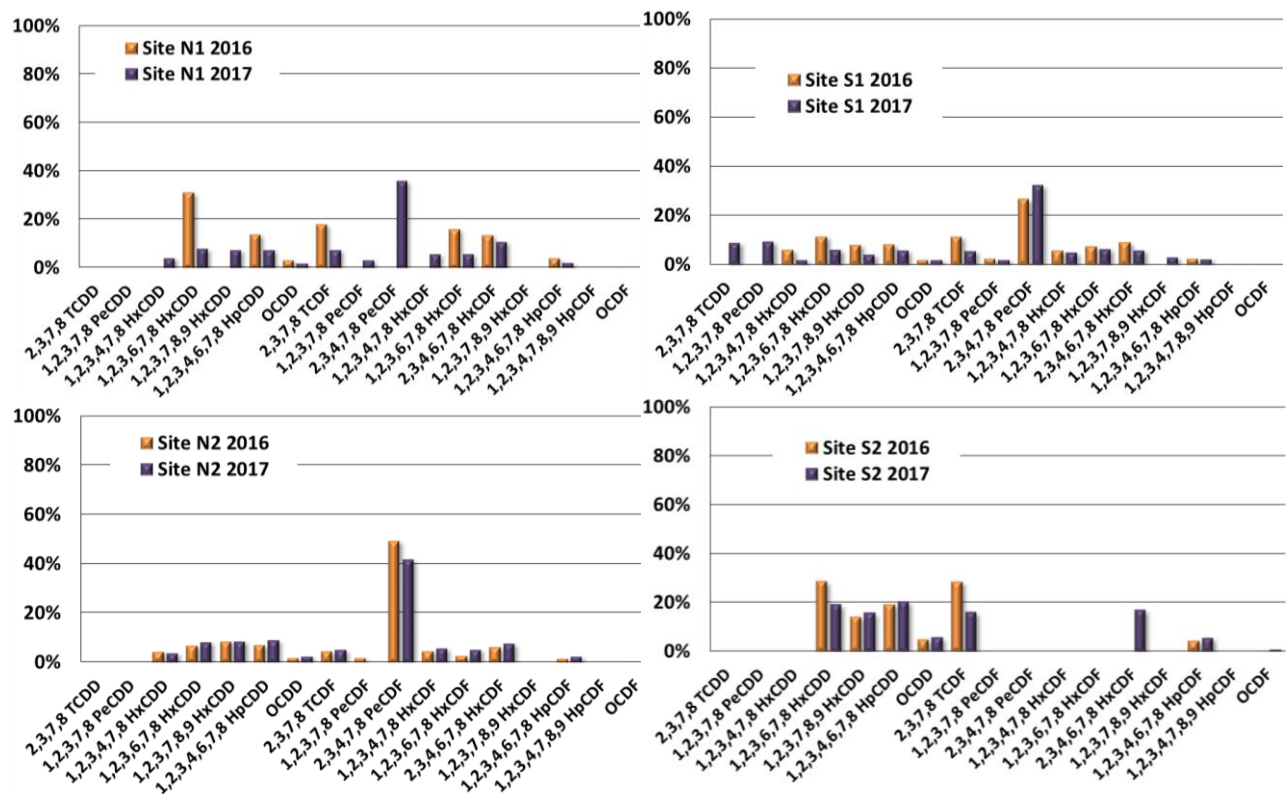
2,3,4,7,8 Penta-Chloro-Dibenzo-Furane (PeCDF) représente à lui seul près de 33% de l'équivalent toxique. Il représente 42% sur le site N2 et près de 35% pour le site N1.

Le site S2 situé au sud de l'incinérateur enregistre quant à lui un équivalent toxique de l'ordre de 0,2 pg I-TEQ/m<sup>2</sup>/jour.

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

#### 4.1.3 Variation des signatures

Les signatures des congénères, en termes de pourcentages de leurs équivalents toxiques par rapport à l'équivalent toxique total mesuré sur chaque site, lors des campagnes de 2016 et 2017, sont présentées sur la figure 9.



**Figure 9 : Comparaison des signatures des congénères observées en 2016 et 2017 suivant les sites de mesures (en pourcentage par rapport à l'équivalent toxique de chaque prélèvement)**

Globalement, les sites présentent des signatures comparables entre 2016 et 2017. Le site S1 enregistre une plus grande variété de congénères par rapport à 2016 avec la présence de certains congénères non observés en 2016 comme par exemple la présence du 2,3,7,8 PeCDF et du 1,2,3,7,8 PeCDD. Le site N1 présente également un nombre de congénères plus important par rapport à 2016 avec l'apparition notamment du furane 2,3,4,7,8 PeCDF non vu en 2016.

Comme en 2016, le congénère OCDF reste très faibles sur les 4 sites.

#### 4.1.4 Comparaison aux résultats des précédentes campagnes

Les résultats de la campagne de mesures réalisée par Lig’Air du 05 janvier au 06 mars 2017 sont comparés à ceux des précédentes études dans le tableau 5 et la figure 10.

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

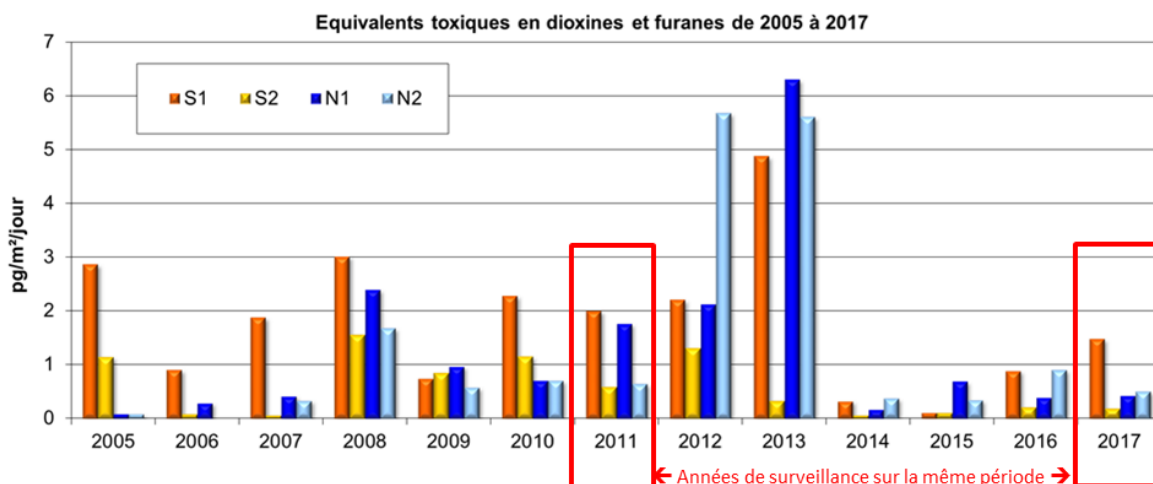
/ : Absence de donnée

**Tableau 5 : Comparaison des équivalents toxiques (en pg I-TEQ/m<sup>2</sup>/jour) obtenus lors des campagnes de 2005 à 2017**

Comme au cours des trois années précédentes, les niveaux enregistrés durant l’année 2017 font partie des niveaux les plus faibles obtenus durant ce programme de surveillance rendant ainsi difficile l’exploitation des signatures par rapport aux éventuelles sources communes de différents sites.

A l’exception du site S1, les équivalents toxiques calculés au cours de cette campagne 2017 sont comparables à ceux obtenus en 2016 et font partie des niveaux les plus faibles enregistrés depuis le début des mesures en 2005. Le site S1 présente la valeur d’équivalent toxique la plus élevée depuis 2014 et reste la plus élevée parmi les 4 sites suivis en 2017. Les sites N1, N2 et S2 enregistrent des équivalents toxiques similaires à ceux obtenus en 2016 tout en restant à des niveaux très faibles (inférieurs à 1 pg/m<sup>2</sup>/jour).

La figure 10 illustre cette différence majeure entre les quatre dernières années (2014/2015/2016/2017) et les années antérieures par des niveaux les plus faibles mesurés sur l’ensemble des sites depuis le début des mesures. Le maximum des équivalents toxiques est observé sur le site S1 comme en 2016. Les équivalents toxiques obtenus en 2017 sont inférieurs à ceux de la campagne de 2011 au cours de laquelle les prélèvements ont été réalisés sur la même période (du 5 janvier au 8 mars 2011).



**Figure 10 : Comparaison des équivalents toxiques (en pg I-TEQ/m<sup>2</sup>/jour) obtenus lors des campagnes de 2005 à 2017**

Les niveaux des dioxines et furanes présents dans l'air ne sont pas fonction uniquement de l'intensité d'activité ou d'incidents. D'autres paramètres tels que la force du vent, la direction du vent, l'intensité et la durée des précipitations peuvent aussi agir sur les niveaux observés à travers les phénomènes de stagnation ou de dispersion des masses d'air. Toutefois, les concentrations ainsi que les équivalents toxiques, vus précédemment, sur l'ensemble des sites sont à des niveaux faibles comparables à des niveaux observés en milieu rural.

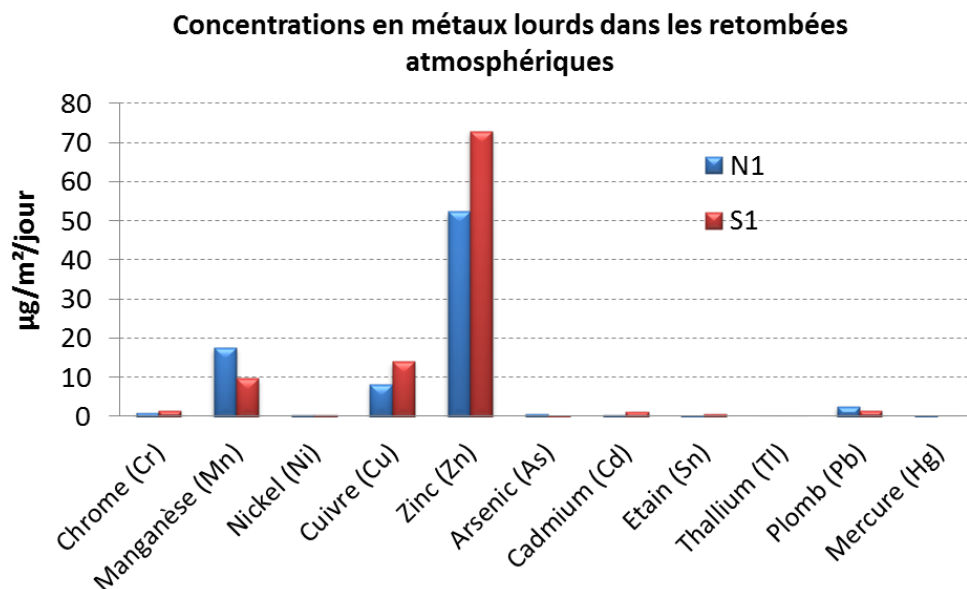
De manière globale, les équivalents toxiques calculés au cours de cette campagne 2017 présentent des niveaux équivalents à ceux obtenus en 2016 sauf pour le site S1 qui enregistre une légère augmentation. Les sites présentant les équivalents toxiques les plus élevés restent inchangés par rapport à ceux obtenus en 2016.

## 4.2 METAUX LOURDS

### 4.2.1 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 la présence de manganèse, de nickel et de plomb dans la partie insoluble et de manganèse, de cuivre, de zinc, d'arsenic et de plomb dans la partie soluble. Tout comme pour les dioxines et furanes, 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 2017.

Les résultats sont présentés sur la figure 11 et sont comparés à ceux des campagnes précédentes dans les tableaux 6 et 7 et sur les figures 12 et 13.



**Figure 11 : Concentrations des différents métaux lourds dans les retombées atmosphériques sur les sites S1 et N1 du 05 janvier au 06 mars 2017**

Comme pour les années précédentes, le zinc, le cuivre et le manganèse sont les métaux les plus observés sur les deux sites de mesures. Le zinc et le cuivre présentent des concentrations plus élevées sur le site S1 que sur le site N1. Ces deux sites présentent des concentrations similaires en plomb.

Les tableaux 6 et 7 présentent l'historique des concentrations en métaux lourds respectivement sur le site N1 et sur le site S1. Les cases vides correspondent aux valeurs de concentrations inférieures aux limites de quantifications ou inférieures aux limites de détection.



ng/m <sup>2</sup> /jour	N1											
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Chrome (Cr)	933	2 133	1 196	514	2 556	441	2 140	1 114	870	1986	444	1078
Manganèse (Mn)	25 265	1 178	25 407	8 259	34 641	3 566	28 492	26 293	18139	10088	6905	17726
Nickel (Ni)	4 933	126	715		1 583	244	2 719	452	727	902	330	588
Cuivre (Cu)	21 128	8 530	7 017	7 727	19 613	3 894	15 301	6 029	11279	18367	5894	8286
Zinc (Zn)	66 462	8 444	45 261	13 742	66 323	15 181	45 003	32 102	122106	80237	29777	52421
Arsenic (As)	1 106	488		64	909	669	734	144	1370	772	567	817
Cadmium (Cd)	260		83		12	32	203		63	46	18	572
Etain (Sn)		49	317	340	236	345	537	229	468	1327	212	239
Thallium (Tl)												0
Plomb (Pb)	3 130	961	2 032	1 699	26 364	796	3 236	10 427	4535	4359	2461	2725
Mercure (Hg)	46										10	10

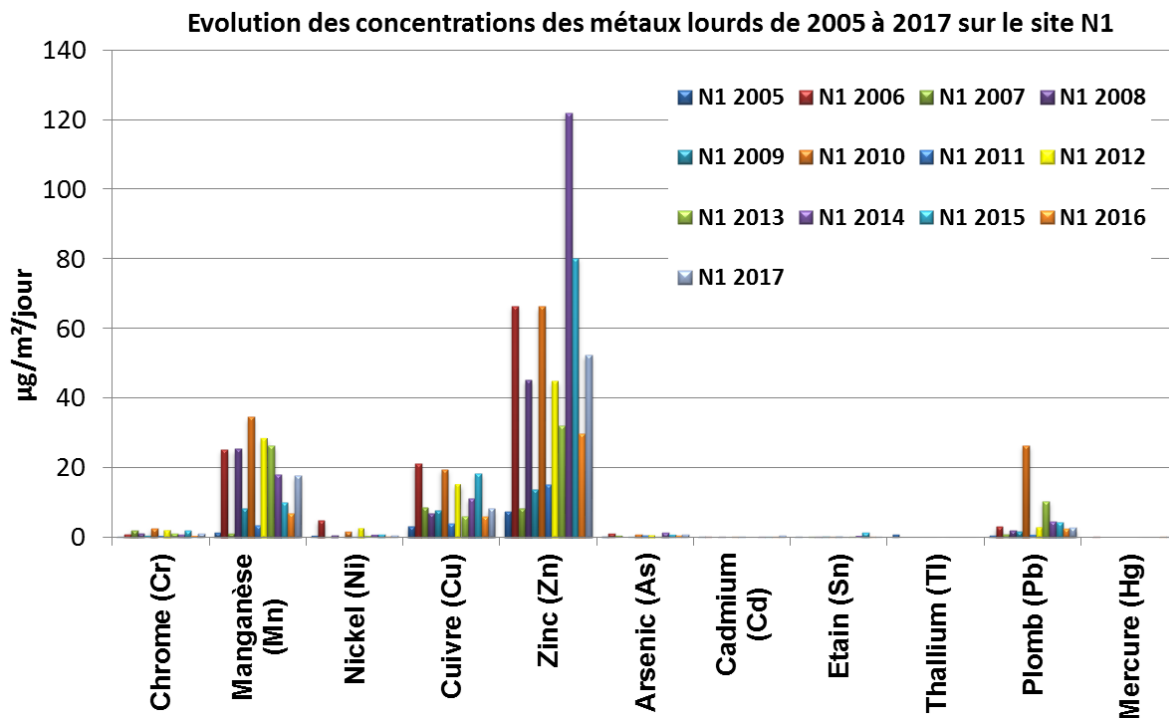
*Tableau 6 : Concentrations en métaux lourds dans les retombées particulaires en ng/m<sup>2</sup>/ jour du 05 janvier au 06 mars 2017 et comparaison aux résultats des campagnes précédentes sur le site N1*

ng/m <sup>2</sup> /jour	S1											
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Chrome (Cr)	785	265	845	1 091	2 433	926	5 163	2 915	2737	518	1526	1630
Manganèse (Mn)	9 580	1 787	10 982	7 264	35 732	6 768	35 665	29 568	17998	7189	21680	9776
Nickel (Ni)	822	122	561	62	3 557	1 888	4 029	1 299	2348	245	532	539
Cuivre (Cu)	9 875	11 266	17 464	15 356	36 977	13 803	33 313	29 916	27168	20549	15168	14075
Zinc (Zn)	30 469	40 383	66 508	77 089	134 487	57 563	147 371	126 325	97063	95883	85602	73067
Arsenic (As)	785	612		184	1 335	775	1 278	338	1420	2209	466	211
Cadmium (Cd)					343	17	119	125	62	131	8	1398
Etain (Sn)		136	48	1 126	1 700	654	2 982	1 618	1770	75	1058	812
Thallium (Tl)									0	0	0	0
Plomb (Pb)	2 937	445	3 634	3 840	29 268	1 648	8 215	7 433	9058	1351	4440	1656
Mercure (Hg)					0,02			22	10	0	12	0

*Tableau 7 : Concentrations en métaux lourds dans les retombées particulaires en ng/m<sup>2</sup>/jour du 05 janvier au 06 mars 2017 et comparaison aux résultats des campagnes précédentes sur le site S1*

De manière générale, les concentrations observées au cours de cette campagne 2017 augmentent par rapport à celles enregistrées en 2016 sur le site N1. De plus, elles sont également plus élevées par rapport à celles obtenues au cours de la campagne 2011 correspondant à la même période d'échantillonnage (du 5 janvier au 8 mars 2011).

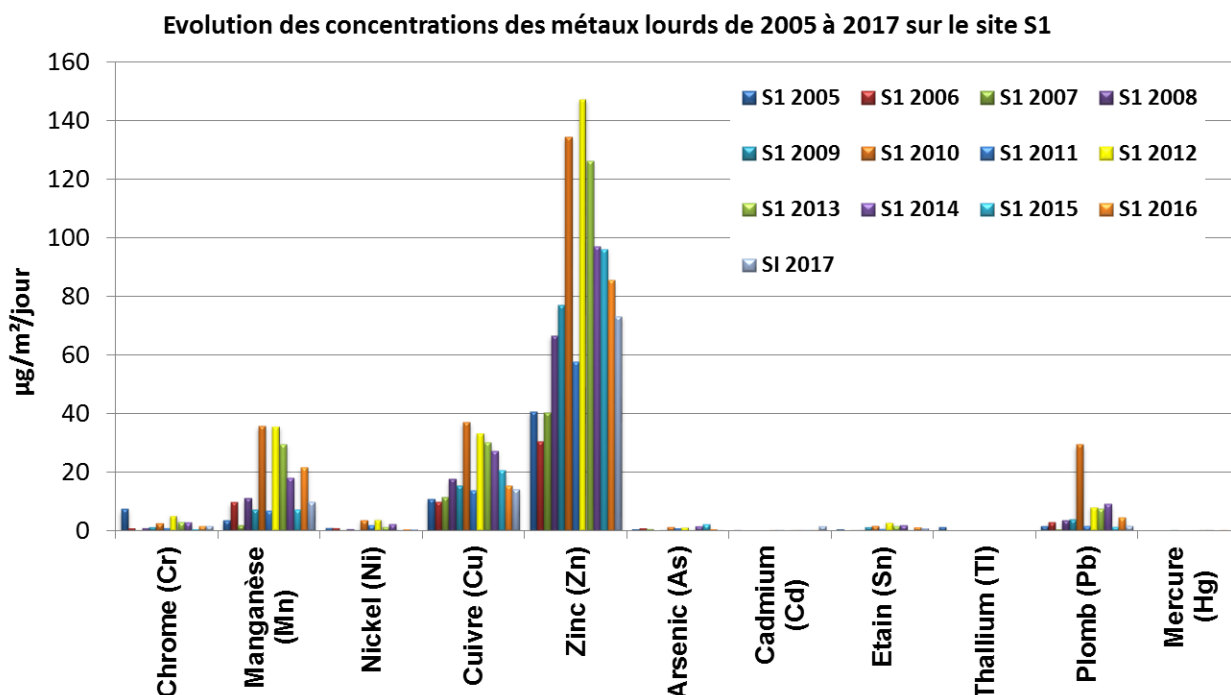
Le zinc, métal prédominant, et le manganèse présentent une augmentation par rapport à 2016. Le cuivre et le plomb enregistrent des niveaux équivalents à ceux de 2016 (figures 12 et 13).



*Figure 12 : Concentrations en métaux lourds dans les retombées particulaires en  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$  pour les campagnes de 2005 à 2017 sur le site N1*

Globalement, les concentrations obtenues sur le site S1 sont supérieures à celles du site N1. Les métaux majoritaires sur le site S1 sont le zinc, le manganèse et le cuivre comme par rapport aux années précédentes (figure 13). En fonction du métal considéré, les concentrations observées sur le site S1 diminuent légèrement ou restent équivalentes à celles obtenues au cours de la campagne 2016. De plus, les concentrations obtenues en 2017 sont proches de celle obtenues en 2011 correspondant à la même période d'échantillonnage (du 5 janvier au 8 mars 2011) à l'exception du zinc, du cadmium et du chrome qui augmentent.

Sur les deux sites, l'étain, le cadmium et le thallium, l'arsenic et le nickel présentent des niveaux faibles. Enfin, le mercure reste inexistant.



*Figure 13 : Concentrations en métaux lourds dans les retombées particulaires en  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$  pour les campagnes de 2005 à 2017 sur le site S1*

#### 4.2.2 Métaux lourds dans les particules en suspension $\text{PM}_{10}$

Dans cette partie, la méthode utilisée pour mesurer les métaux lourds est assez différente de celle employée pour les retombées particulaires. Les teneurs en métaux seront exprimées en unité de masse par volume et non en unité de masse par mètre carré comme précédemment. Les particules échantillonnées et analysées sont de taille inférieure ou égale à  $10\ \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ).

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

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

- : non concerné

*Tableau 8 : 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
2	1,44	1,76	0,75	5,92	15,56	0,39	0,15	0,75	0,23	3,14	<8
3	1,72	3,62	0,75	7,65	28,25	0,75	0,15	0,75	0,23	7,25	<8
4	3,41	4,57	0,97	6,73	31,71	0,58	0,15	2,06	0,23	9,33	<8
5	1,74	1,45	0,75	2,17	262,87	0,15	0,05	0,75	0,23	1,08	<8
6	4,00	3,59	0,95	4,97	298,35	0,76	0,16	1,38	0,23	7,13	<8
7	2,21	4,10	0,77	8,37	20,72	0,43	0,15	1,88	0,23	4,00	<8
8	0,75	1,64	1,16	3,75	8,75	0,19	0,15	0,75	0,23	1,34	<8
9	1,83	1,75	0,75	3,16	7,94	0,15	0,15	0,75	0,23	1,05	<8

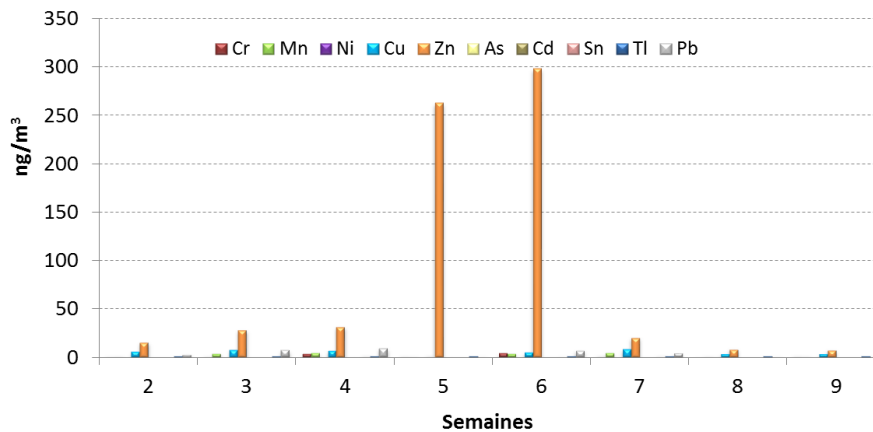
Les concentrations sont exprimées en  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

<LD : inférieur à la limite de détection

*Tableau 9 : Concentrations en métaux lourds dans les particules en suspension sur le site du Château de l'étang à Saran (en  $\text{ng}/\text{m}^3$ )*

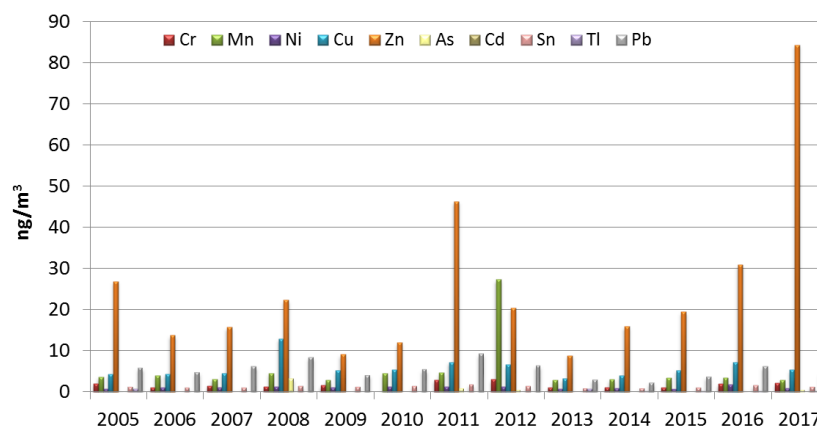
En ce qui concerne les polluants normés (Pb, As, Cd et Ni), ces derniers ont enregistré des niveaux inférieurs aux normes (tableau 8). Pour le plomb, le maximum hebdomadaire enregistré représente près de 2% de la valeur limite annuelle de ce polluant (semaine 4).

Comme pour les années précédentes, le zinc reste l'élément le plus présent en 2017, suivi du cuivre et du plomb (figure 14 et tableau 9). Au fil des 8 semaines de surveillance, les niveaux de l'ensemble des métaux lourds surveillés restent relativement stables à l'exception du zinc qui enregistre des concentrations maximales au cours des semaines 5 et 6 atteignant près de 300 ng/m<sup>3</sup>. Le mercure reste inférieur aux limites de détection.



**Figure 14 : Concentrations en métaux lourds du 05 janvier au 06 mars 2017 en ng/m<sup>3</sup>**

Au cours des études réalisées entre 2005 et 2017, le zinc est l'élément majoritaire qui augmente progressivement depuis 2013 pour atteindre en 2017 le niveau le plus élevé depuis le début des mesures avec une moyenne de 84 ng/m<sup>3</sup> et augmente d'un facteur 2 par rapport à 2011 correspondant à la même période d'échantillonnage (du 5 janvier au 8 mars 2011). Ces fortes concentrations apparaissent à la suite d'une période anticyclonique froide qu'a connu la région (semaines 3 et 4) pendant laquelle les polluants se sont accumulés dans l'atmosphère. Cet élément ne fait pas partie des métaux lourds réglementés dans l'air ambiant. Pour l'année 2017, à l'exception du zinc, l'ensemble des concentrations des autres métaux lourds reste stable par rapport aux années antérieures (figure 15).



**Figure 15 : Evolution des moyennes des concentrations en métaux lourds de 2005 à 2017 en ng/m<sup>3</sup>**

## 5. 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 treizième année de campagne de mesure du programme de surveillance, établi lors de l'étude préalable réalisée en 2004 par Lig'Air [2]. Les méthodes, ainsi que les sites de prélèvements, sont ceux choisis lors des campagnes des années précédentes.

L'étude s'est déroulée du 05 janvier au 06 mars 2017 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 2017 présentent des niveaux équivalents à ceux obtenus en 2016 sauf pour le site S1 qui enregistre une légère augmentation.

Ils sont compris entre 0,2 et 1,5 pg I-TEQ<sub>OTAN</sub>/m<sup>2</sup>/jour. Le maximum d'équivalents toxiques a été enregistré sur le site S1 suivi des sites N2 et N1. Les équivalents toxiques obtenus en 2017 sont inférieurs à ceux de la campagne de 2011 au cours de laquelle les prélèvements ont été réalisés sur la même période (du 5 janvier au 8 mars 2011).

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 les deux sites de mesures (S1 et N1). Globalement, les concentrations obtenues sur le site S1 sont supérieures à celles du site N1. Les concentrations observées au cours de cette campagne 2017 augmentent par rapport à celles enregistrées en 2016 sur le site N1 et diminuent sur le site S1.

Pour les métaux lourds dans les particules en suspension (PM<sub>10</sub>), les concentrations des 4 éléments normés en air ambiant, Pb, As, Cd et Ni, restent bien inférieures au regard de la réglementation en vigueur.

Le zinc est l'élément présentant les concentrations les plus élevées. Ces dernières sont les plus importantes depuis le début des mesures et augmentent d'un facteur 2 par rapport à 2011. Le zinc ne fait pas partie des métaux réglementés dans l'air ambiant. Pour l'année 2017, à l'exception du zinc, l'ensemble des concentrations des autres métaux lourds reste stable par rapport aux années antérieures

### **Campagne de l'année 2018, ...**

La campagne 2018 se déroulera de mars à avril 2018. Les méthodes de prélèvement ainsi que les polluants mesurés resteront inchangés.

## 6. 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<sup>er</sup> 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.

## LISTE DES FIGURES

---

FIGURE 1 : EMPLACEMENT DES SITES DE MESURE DES RETOMBES DE L'UTOM EN DIOXINES ET FURANES (SOURCE GOOGLE EARTH) .	6
FIGURE 2 : PRELEVEUR PASSIF DE TYPE JAUGE OWEN SUR TREPIED.....	7
FIGURE 3 : EMPLACEMENT DES SITES POUR LA MESURE DES METAUX LOURDS AUTOUR DE L'UTOM.....	7
FIGURE 4 : ROSES DES VENTS DU 05 JANVIER.....	8
FIGURE 5 : HAUTEUR ET DUREE DES PRECIPITATIONS DU 05 JANVIER AU 06 MARS 2017 (SOURCE METEO FRANCE) .....	9
FIGURE 6 : ROSE DES HAUTEURS DE PRECIPITATIONS EN MM DU 05 JANVIER AU 06 MARS 2017 (SOURCE METEO FRANCE) .....	9
FIGURE 7 : EVOLUTION DES CUMULS DE PRECIPITATIONS AU COURS DES CAMPAGNES DE MESURES DEPUIS 2005 (SOURCE METEO FRANCE) .....	10
FIGURE 8 : CONCENTRATIONS DES DIFFERENTS CONGENERES MESURES DU 05 JANVIER AU 06 MARS 2017 EN PG/(JOUR.M <sup>2</sup> ) .....	12
FIGURE 9 : COMPARAISON DES SIGNATURES DES CONGENERES OBSERVEES EN 2016 ET 2017 SUIVANT LES SITES DE MESURES (EN POURCENTAGE PAR RAPPORT A L'EQUIVALENT TOXIQUE DE CHAQUE PRELEVEMENT) .....	13
FIGURE 10 : COMPARAISON DES EQUIVALENTS TOXIQUES (EN PG I-TEQ/M <sup>2</sup> /JOUR) OBTENUS LORS DES CAMPAGNES DE 2005 A 2017 .....	14
FIGURE 11 : CONCENTRATIONS DES DIFFERENTS METAUX LOURDS DANS LES RETOMBES ATMOSPHERIQUES SUR LES SITES S1 ET N1 DU 05 JANVIER AU 06 MARS 2017 .....	16
FIGURE 12 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS LES RETOMBES PARTICULAIRES EN µG/M <sup>2</sup> /JOUR POUR LES CAMPAGNES DE 2005 A 2017 SUR LE SITE N1.....	18
FIGURE 13 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS LES RETOMBES PARTICULAIRES EN µG/M <sup>2</sup> / JOUR POUR LES CAMPAGNES DE 2005 A 2017 SUR LE SITE S1 .....	19
FIGURE 14 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DU 05 JANVIER AU 06 MARS 2017 EN NG/M <sup>3</sup> .....	20
FIGURE 15 : EVOLUTION DES MOYENNES DES CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DE 2005 A 2017 EN NG/M <sup>3</sup> .....	20
FIGURE 16 : REPRESENTATION DES MOLECULES PCDD (A GAUCHE) ET PCDF (A DROITE).....	26
FIGURE 17 : REPRESENTATION DU CONGENERE LE PLUS TOXIQUE : 2,3,7,8-TETRACHLORODIBENZODIOXINE (TCDD) OU LA DIOXINE DE SEVESO.....	26
FIGURE 18 : REPARTITION DES SOURCES D'EMISSIONS ANTHROPIQUES EN DIOXINES ET FURANES POUR L'ANNEE 2012 .....	28
FIGURE 19 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN DIOXINES ET FURANES LE LONG DE LA CHAINE ALIMENTAIRE .....	29
FIGURE 20 : EQUIVALENTS TOXIQUES MESURES EN FRANCE DE 2006 A 2010 DANS LES RETOMBES ATMOSPHERIQUES (SOURCE : AASQA) .....	30

## LISTE DES TABLEAUX

---

TABLEAU 1 : LOCALISATION DES SITES DE PRELEVEMENT POUR LA CAMPAGNE 2017.....	6
TABLEAU 2 : FREQUENCE D'APPARITION DES VENTS EN % DU 05 JANVIER AU 06 MARS 2017 .....	9
TABLEAU 3 : CONCENTRATIONS DES 17 CONGENERES LES PLUS TOXIQUES (PG/ECHANTILLON) DU 05 JANVIER AU 06 MARS 2017 AUTOUR DE L'INCINERATEUR DE SARAN.....	10
TABLEAU 4 : EQUIVALENTS TOXIQUES MINIMA PAR CONGENERE ET PAR SITE OBSERVES AUTOUR DE L'UTOM DE SARAN DU 05 JANVIER AU 06 MARS 2017 (EN PG I-TEQ/M <sup>2</sup> /JOUR) .....	12
TABLEAU 5 : COMPARAISON DES EQUIVALENTS TOXIQUES (EN PG I-TEQ/M <sup>2</sup> /JOUR) OBTENUS LORS DES CAMPAGNES DE 2005 A 2017 .....	14
TABLEAU 6 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS LES RETOMBES PARTICULAIRES EN NG/M <sup>2</sup> / JOUR DU 05 JANVIER AU 06 MARS 2017 ET COMPARAISON AUX RESULTATS DES CAMPAGNES PRECEDENTES SUR LE SITE N1 .....	17
TABLEAU 7 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS LES RETOMBES PARTICULAIRES EN NG/M <sup>2</sup> /JOUR DU 05 JANVIER AU 06 MARS 2017 ET COMPARAISON AUX RESULTATS DES CAMPAGNES PRECEDENTES SUR LE SITE S1 .....	17
TABLEAU 8 : VALEURS NORMATIVES POUR LES METAUX .....	19
TABLEAU 9 : CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS DANS LES PARTICULES EN SUSPENSION SUR LE SITE DU CHATEAU DE L'ETANG A SARAN (EN NG/M <sup>3</sup> ).....	19
TABLEAU 10 : FACTEURS INTERNATIONAUX D'EQUIVALENT TOXIQUE POUR LES 17 CONGENERES TOXIQUES.....	27

## ANNEXE 1 – LOCALISATION DES SITES DE PRELEVEMENT

---

### *SITE N1 – FERME DE SAINT AIGNAN*



*(Source Google Earth)*

### *SITE N2 – CHATEAU D'EAU DE CHEVILLY*



*(Source Google Earth)*



*SITE S1 – PARC D'ACTIVITÉS ORMES SARAN*

*(Source Google Earth)*



*SITE S2 – ESPACES VERTS DES SERVICES TECHNIQUES D'INGRE*

*(Source Google Earth)*

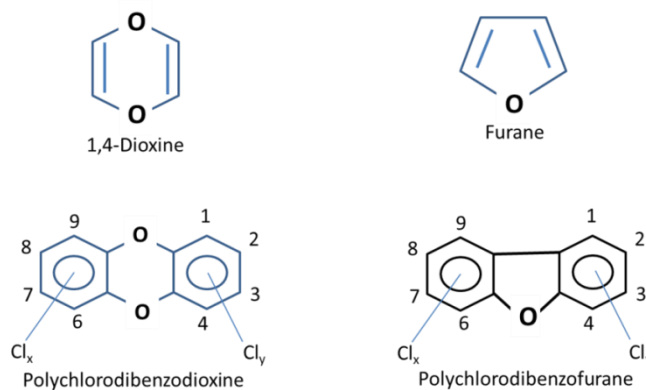


## ANNEXE 2 – LES DIOXINES ET FURANES : GENERALITES

### 1. DEFINITIONS

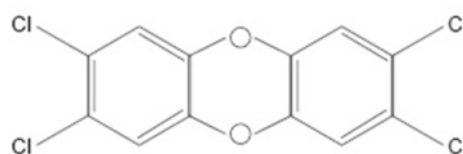
Les dioxines (PCDD : polychlorodibenzodioxines) et les furanes (PCDF : polychlorodibenzofuranes) font partie de la famille des Polluants Organiques Persistants plus connus sous l'appellation de POP (figure 16). Ce sont des composés aromatiques tricycliques chlorés dotés de propriétés physico-chimiques 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 17).



**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 18.

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

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 10 : Facteurs internationaux d'équivalent toxique pour les 17 congénères toxiques*

## 2. SOURCES D'EMISSIONS

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).

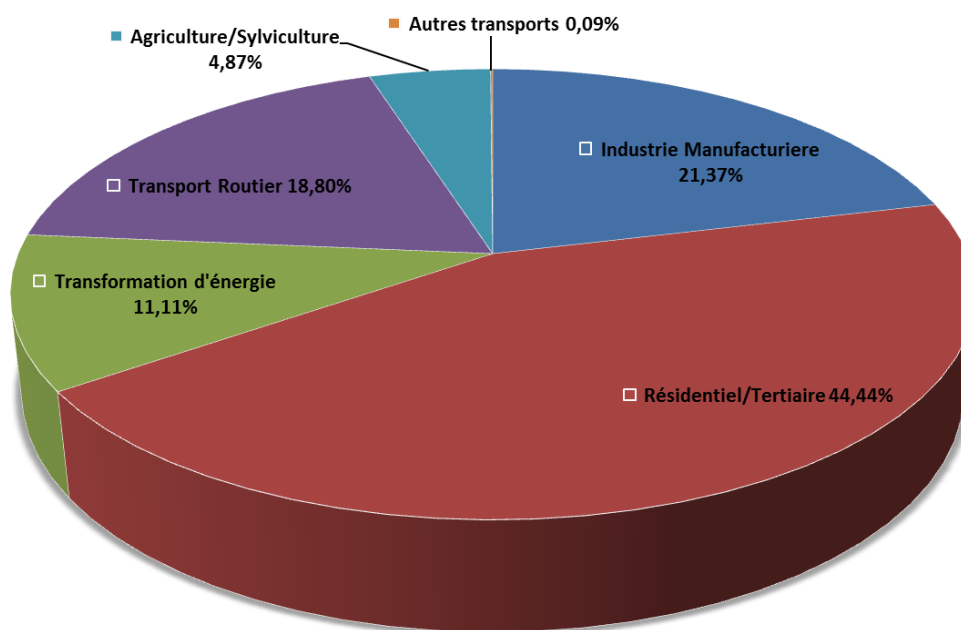
Dans les incinérateurs, les dioxines et furanes se forment au cours des réactions de combustion à partir de composés chlorés et de composés aromatiques en présence d'oxygène, de vapeur d'eau et d'acide chlorhydrique. Ces réactions surviennent en particulier à basse température ou dans les zones de refroidissement 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-TEQ<sup>3</sup>.

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).

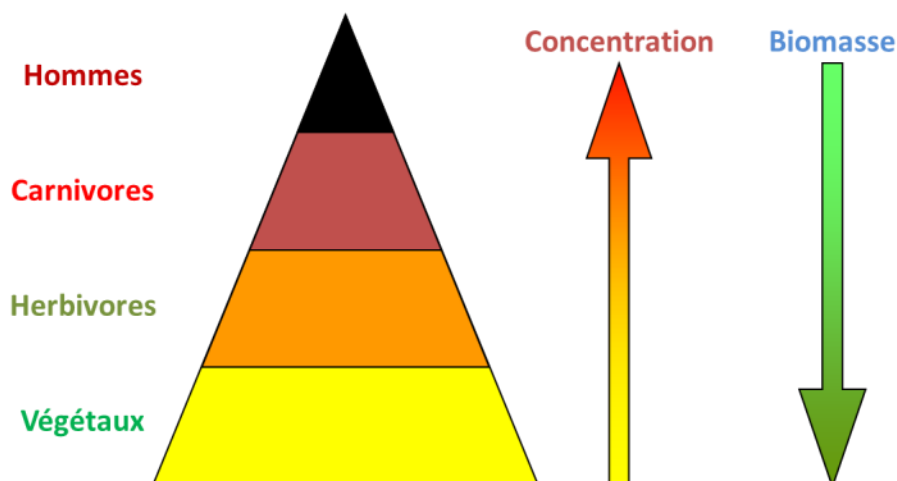


**Figure 18 : Répartition des sources d'émissions anthropiques en dioxines et furanes pour l'année 2014<sup>4</sup>**

### 3. CONSEQUENCES SUR LA SANTE

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).

<sup>3</sup> 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.



*Figure 19 : 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 cancérogènes 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 : cancérogène, chloracné, hépatotoxicité, immunosuppresseur, perturbateur endocrinien, défaut de développement et reproduction, diabète...

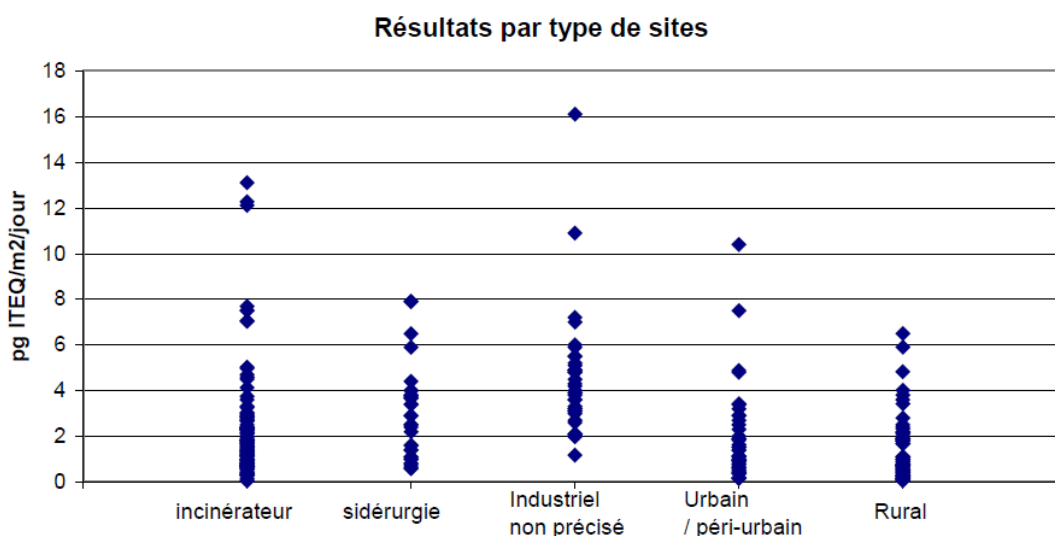
#### 4. REGLEMENTATION

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 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 20 : 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/m<sup>2</sup>/jour.

# ANNEXE 3 – RAPPORTS D'ANALYSE DES DIOXINES ET FURANES



**MICROPOLLUANTS  
TECHNOLOGIE S.A.**

4, rue de Bor-lès-Orgues  
ZAC de Grimont / BP 40 010  
57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ  
Téléphone : 03 87 50 60 79  
Télécopie : 03 87 50 81 31  
contact@mp-tech.net  
www.mp-tech.net

## RAPPORT D'ANALYSES ENMC001\_PCD\_R1

LIG'AIR  
Monsieur Quentin POINSIGNON  
260, avenue de la Pomme de Pin  
45590 SAINT-CYR-EN-VAL

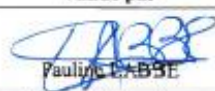
Vos références : N° 2017.03.044 - 09/03/2017

### DESCRIPTIF 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 et In C-4/15  
Technique : HRGC\_HRMS

Date	Description	Validé par
23/03/2017	RAPPORT FINAL	 Pauline CABRE

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 - V5 - 13/01/2017

MicroPolluants Technologie SA

Page 1 sur 6

ENMC001\_PCD\_R1

Echantillon reçu le : 10/03/2017

Détermination des teneurs en PCDD/PCDF\*

Référence Interne	ENMC003
Référence Externe	SARAN BLANC JAUGES DIOXINES 2017 - 05/01/2017 BLANC
Volume d'échantillon (l)	1,510
Masse de particules (g)	< 0,010
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	Quantité (pg/échantillon)	I-TEF (NATO)	I-TEQ (min)	I-TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD	< 0,25	1	0,00	0,25	74
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,5	0,5	0,00	0,25	74
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,5	0,1	0,00	0,05	76
1,2,3,6,7,8 HxCDD	< 0,5	0,1	0,00	0,05	73
1,2,3,7,8,9 HxCDD	< 0,5	0,1	0,00	0,05	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	1,4088	0,01	0,01	0,01	66
OCDD	3,9768	0,001	0,00	0,00	72
<b>Dioxines</b>	<b>5,3856</b>				
2,3,7,8 TCDF	< 0,25	0,1	0,00	0,03	73
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,5	0,05	0,00	0,03	6
2,3,4,7,8 PeCDF	< 0,5	0,5	0,00	0,25	75
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< 0,5	0,1	0,00	0,05	79
1,2,3,6,7,8 HxCDF	< 0,5	0,1	0,00	0,05	78
2,3,4,6,7,8 HxCDF	< 0,5	0,1	0,00	0,05	73
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,5	0,1	0,00	0,05	9
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	< 1	0,01	0,00	0,01	66
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 1	0,01	0,00	0,01	14
OCDF	1,6786	0,001	0,00	0,00	71
<b>Furannes</b>	<b>1,6786</b>				
<b>TOTAL I-TEQ NATO (pg/échantillon)</b>			<b>0,02</b>	<b>1,19</b>	
<b>TOTAL I-TEQ WHO 1998 (pg/échantillon)</b>			<b>0,01</b>	<b>1,43</b>	
<b>TOTAL I-TEQ WHO 2005 (pg/échantillon)</b>			<b>0,02</b>	<b>1,33</b>	
Total TCDD	< 25				
Total PeCDD	< 50				
Total HxCDD	< 50				
Total HpCDD	< 10				
<b>Total PCDD</b>	<b>4</b>				
Total TCDF	< 25				
Total PeCDF	< 50				
Total HxCDF	< 50				
Total HpCDF	< 10				
<b>Total PCDF</b>	<b>2</b>				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 21.03/2017 à 10:15		
Analyse par HRGC/HRMS			Le 21.03/2017 à 21:30		

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 : 10/03/2017

Détermination des teneurs en PCDD/PCDF\*

Référence Interne	ENMC004				
Référence Externe	SARAN N1-01-17-D - 05/01/2017 AU 06/03/2017				
Volume d'échantillon (l)	6,400				
Masse de particules (g)	0,161				
Volume final après concentration (µl)	10				
Volume d'extrait injecté (µl)	2				
Congénère	Quantité (pg/échantillon)	I-TEF (NATO)	I-TEQ (min)	I-TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD	< 0,25	1	0,00	0,25	68
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,5	0,5	0,00	0,25	67
1,2,3,4,7,8 HxCDD	0,5142	0,1	0,05	0,05	73
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0,9712	0,1	0,10	0,10	65
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,9086	0,1	0,09	0,09	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	9,1206	0,01	0,09	0,09	59
OCDD	23,9478	0,001	0,02	0,02	66
<b>Dioxines</b>	<b>35,4624</b>				
2,3,7,8 TCDF	0,9254	0,1	0,09	0,09	68
1,2,3,7,8 PeCDF	0,7938	0,05	0,04	0,04	14
2,3,4,7,8 PeCDF	0,8874	0,5	0,44	0,44	68
1,2,3,4,7,8 HxCDF	0,7034	0,1	0,07	0,07	73
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,7270	0,1	0,07	0,07	74
2,3,4,6,7,8 HxCDF	1,3266	0,1	0,13	0,13	69
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,5	0,1	0,00	0,05	5
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	2,6434	0,01	0,03	0,03	60
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 1	0,01	0,00	0,01	5
OCDF	3,2206	0,001	0,00	0,00	65
<b>Furannes</b>	<b>11,2276</b>				
<b>TOTAL I-TEQ NATO (pg/échantillon)</b>			<b>1,24</b>	<b>1,80</b>	
<b>TOTAL I-TEQ WHO 1998 (pg/échantillon)</b>			<b>1,21</b>	<b>2,02</b>	
<b>TOTAL I-TEQ WHO 2005 (pg/échantillon)</b>			<b>1,02</b>	<b>1,83</b>	
Total TCDD	< 25				
Total PeCDD	< 50				
Total HxCDD	< 50				
Total HpCDD	18				
<b>Total PCDD</b>	<b>42</b>				
Total TCDF	< 25				
Total PeCDF	< 50				
Total HxCDF	< 50				
Total HpCDF	< 10				
<b>Total PCDF</b>	<b>3</b>				

Marquage de l'extrait avant injection	Le 21/03/2017 à 10:15
Analyse par HRGC/HRMS	Le 21/03/2017 à 22:09

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 : 10/03/2017

Détermination des teneurs en PCDD/PCDF\*

Référence Interne		ENMC005			
Référence Externe		SARAN N2-01-17-D - 05/01/2017 AU 06/03/2017			
Volume d'échantillon (l)		7,050			
Masse de particules (g)		0,125			
Volume final après concentration (µl)		10			
Volume d'extrait injecté (µl)		2			
Congénère	Quantité (pg/échantillon)	I-TEF (NATO)	I-TEQ (min)	I-TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD	< 0,25	1	0,00	0,25	65
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,5	0,5	0,00	0,25	63
1,2,3,4,7,8 HxCDD	0,5566	0,1	0,06	0,06	66
1,2,3,6,7,8 HxCDD	1,2058	0,1	0,12	0,12	64
1,2,3,7,8,9 HxCDD	1,2728	0,1	0,13	0,13	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	13,3428	0,01	0,13	0,13	57
OCDD	35,9782	0,001	0,04	0,04	64
<b>Dioxines</b>	<b>52,3562</b>				
2,3,7,8 TCDF	0,7534	0,1	0,08	0,08	63
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,5	0,05	0,00	0,03	22
2,3,4,7,8 PeCDF	1,2360	0,5	0,62	0,62	60
1,2,3,4,7,8 HxCDF	0,8378	0,1	0,08	0,08	71
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,7692	0,1	0,08	0,08	71
2,3,4,6,7,8 HxCDF	1,1234	0,1	0,11	0,11	64
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,5	0,1	0,00	0,05	15
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	3,3994	0,01	0,03	0,03	58
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 1	0,01	0,00	0,01	14
OCDF	4,4496	0,001	0,00	0,00	62
<b>Furannes</b>	<b>12,5688</b>				
<b>TOTAL I-TEQ NATO (pg/échantillon)</b>			<b>1,48</b>	<b>2,06</b>	
<b>TOTAL I-TEQ WHO 1998 (pg/échantillon)</b>			<b>1,44</b>	<b>2,28</b>	
<b>TOTAL I-TEQ WHO 2005 (pg/échantillon)</b>			<b>1,20</b>	<b>2,03</b>	
Total TCDD	< 25				
Total PeCDD	< 50				
Total HxCDD	< 50				
Total HpCDD	25				
<b>Total PCDD</b>	<b>61</b>				
Total TCDF	< 25				
Total PeCDF	< 50				
Total HxCDF	< 50				
Total HpCDF	< 10				
<b>Total PCDF</b>	<b>4</b>				

Marquage de l'extrait avant injection	Le 21/03/2017 à 10:15
Analyse par HRGC/HRMS	Le 21/03/2017 à 22:48

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 : 10/03/2017

Détermination des teneurs en PCDD/PCDF\*

Référence Interne	ENMC006				
Référence Externe	SARAN S1-01-17-D - 05/01/2017 AU 06/03/2017				
Volume d'échantillon (l)	7,980				
Masse de particules (g)	0,112				
Volume final après concentration (µl)	10				
Volume d'extrait injecté (µl)	2				
Congénère	Quantité (pg/échantillon)	I-TEF (NATO)	I-TEQ (min)	I-TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD	0,3904	1	0,39	0,39	85
1,2,3,7,8 PeCDD	0,8240	0,5	0,41	0,41	86
1,2,3,4,7,8 HxCDD	0,7978	0,1	0,08	0,08	87
1,2,3,6,7,8 HxCDD	2,6494	0,1	0,26	0,26	80
1,2,3,7,8,9 HxCDD	1,8286	0,1	0,18	0,18	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	24,7024	0,01	0,25	0,25	84
OCDD	85,9472	0,001	0,09	0,09	97
<b>Dioxines</b>	<b>117,1398</b>				
2,3,7,8 TCDF	2,3682	0,1	0,24	0,24	83
1,2,3,7,8 PeCDF	1,6644	0,05	0,08	0,08	48
2,3,4,7,8 PeCDF	2,8362	0,5	1,42	1,42	85
1,2,3,4,7,8 HxCDF	2,1578	0,1	0,22	0,22	89
1,2,3,6,7,8 HxCDF	2,7664	0,1	0,28	0,28	93
2,3,4,6,7,8 HxCDF	2,5248	0,1	0,25	0,25	83
1,2,3,7,8,9 HxCDF	1,2568	0,1	0,13	0,13	44
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	9,8108	0,01	0,10	0,10	83
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	1,4994	0,01	0,01	0,01	41
OCDF	9,2666	0,001	0,01	0,01	92
<b>Furannes</b>	<b>36,1514</b>				
<b>TOTAL I-TEQ NATO (pg/échantillon)</b>			<b>4,39</b>	<b>4,39</b>	
<b>TOTAL I-TEQ WHO 1998 (pg/échantillon)</b>			<b>4,72</b>	<b>4,72</b>	
<b>TOTAL I-TEQ WHO 2005 (pg/échantillon)</b>			<b>4,14</b>	<b>4,14</b>	
Total TCDD	< 25				
Total PeCDD	< 50				
Total HxCDD	< 50				
Total HpCDD	48				
<b>Total PCDD</b>	<b>134</b>				
Total TCDF	90				
Total PeCDF	< 50				
Total HxCDF	< 50				
Total HpCDF	19				
<b>Total PCDF</b>	<b>118</b>				
Marquage de l'extrait avant injection	Le 22/03/2017 à 10:30				
Analyse par HRGC/HRMS	Le 22/03/2017 à 22:00				

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 : 10/03/2017

Détermination des teneurs en PCDD/PCDF\*

Référence Interne	ENMC007
Référence Externe	SARAN S2-01-17-D - 05/01/2017 AU 06/03/2017
Volume d'échantillon (l)	7,360
Masse de particules (g)	0,122
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	Quantité (pg/échantillon)	I-TEF (NATO)	I-TEQ (min)	I-TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD	< 0,25	1	0,00	0,25	64
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,5	0,5	0,00	0,25	65
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,5	0,1	0,00	0,05	68
1,2,3,6,7,8 HxCDD	1,0308	0,1	0,10	0,10	60
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,8566	0,1	0,09	0,09	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	10,9870	0,01	0,11	0,11	57
OCDD	30,8778	0,001	0,03	0,03	65
<b>Dioxines</b>	<b>43,7522</b>				
2,3,7,8 TCDF	0,8676	0,1	0,09	0,09	62
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,5	0,05	0,00	0,03	15
2,3,4,7,8 PeCDF	< 0,5	0,5	0,00	0,25	65
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< 0,5	0,1	0,00	0,05	70
1,2,3,6,7,8 HxCDF	< 0,5	0,1	0,00	0,05	71
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,9222	0,1	0,09	0,09	63
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,5	0,1	0,00	0,05	8
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	3,0426	0,01	0,03	0,03	59
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 1	0,01	0,00	0,01	9
OCDF	3,6842	0,001	0,00	0,00	65
<b>Furannes</b>	<b>8,5166</b>				
<b>TOTAL I-TEQ NATO (pg/échantillon)</b>			<b>0,54</b>	<b>1,53</b>	
<b>TOTAL I-TEQ WHO 1998 (pg/échantillon)</b>			<b>0,51</b>	<b>1,75</b>	
<b>TOTAL I-TEQ WHO 2005 (pg/échantillon)</b>			<b>0,52</b>	<b>1,64</b>	
Total TCDD	< 25				
Total PeCDD	< 50				
Total HxCDD	< 50				
Total HpCDD	21				
<b>Total PCDD</b>	<b>52</b>				
Total TCDF	< 25				
Total PeCDF	< 50				
Total HxCDF	< 50				
Total HpCDF	< 10				
<b>Total PCDF</b>	<b>4</b>				

Marquage de l'extrait avant injection Le 21/03/2017 à 10:15  
Analyse par HRGC/HRMS Le 21/03/2017 à 23:26

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

# ANNEXE 4 – RAPPORTS D'ANALYSE DES METAUX LOURDS



4, rue de Font-le-Croix  
ZAC de Gémour/EP40 010  
57 070 SAINT JULIEN-LES-MEYZ  
Téléphone : 03 87 50 40 70  
Téléfax : 03 87 50 81 31  
contact@mp-tech.net  
www.mp-tech.net

## RAPPORT D'ANALYSES ENMC004\_ME5\_R1

LIG'AIR

Monsieur Quentin POINSIGNON  
260, avenue de la Pomme de Pin

45590 - SAINT-CYR-EN-VAL

Vos références : N° 2017.03.044 - 09/03/2017

Echantillon reçu le : 10/03/2017

Analyse effectuée le : 17-28/03/2017

Norme : NF EN 14902

Technique : ICP\_MS

- Matrice : Air ambiant - filtre
- Nature du support : (Non communiqué)

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

Date	Description	Validé par
30/03/2017	Rapport final	Valérie FAIVRE

Responsable d'analyse



COFRAC  
ACCREDITATION  
N° 1-1321  
PORTES  
DISPONIBLES  
SUR WWW.COFRAC.FR

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/S2 – V8 – 14/10/16

Référence externe : MTX SARAN 02-17 - 09/01/17 AU 16/01/17  
Référence interne : ENMC011

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	241
Mn	294
Ni*	<125
Cu	988
Zn	2598
As*	66
Cd*	<25
Sn	126
Tl	<38
Pb*	524

Référence externe : MTX SARAN 03-17 - 16/01/17 AU 23/01/17  
Référence interne : ENMC012

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	288
Mn	604
Ni*	<125
Cu	1277
Zn	4718
As*	126
Cd*	38
Sn	235
Tl	<38
Pb*	1211

Référence externe : MTX SARAN 04-17 - 23/01/17 AU 30/01/17  
Référence interne : ENMC013

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	570
Mn	763
Ni*	162
Cu	1124
Zn	5295
As*	97
Cd*	43.5
Sn	344
Tl	<38
Pb*	1558

Référence externe : MTX SARAN 05-17 - 30/01/17 AU 06/02/17  
Référence interne : ENMC014

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	291
Mn	242
Ni*	<125
Cu	363
Zn	43900
As*	<25
Cd*	<8
Sn	<125
Tl	<38
Pb*	180

Référence externe : MTX SARAN 06-17 - 06/02/17 AU 13/02/17  
Référence interne : ENMC015

<b>Eléments</b>	<b>Concentration en ng/échantillon</b>
<b>Cr</b>	668
<b>Mn</b>	600
<b>Ni<sup>+</sup></b>	159
<b>Cu</b>	830
<b>Zn</b>	49825
<b>As<sup>+</sup></b>	127
<b>Cd<sup>+</sup></b>	26
<b>Sn</b>	230
<b>Tl</b>	<38
<b>Pb<sup>+</sup></b>	1190

Référence externe : MTX SARAN 07-17 - 13/02/17 AU 20/02/17  
Référence interne : ENMC016

<b>Eléments</b>	<b>Concentration en ng/échantillon</b>
<b>Cr</b>	369
<b>Mn</b>	686
<b>Ni<sup>+</sup></b>	128
<b>Cu</b>	1398
<b>Zn</b>	3460
<b>As<sup>+</sup></b>	73
<b>Cd<sup>+</sup></b>	<25
<b>Sn</b>	314
<b>Tl</b>	<38
<b>Pb<sup>+</sup></b>	668



Référence externe : MTX SARAN 08-17 - 20/02/17 AU 27/02/17  
Référence interne : ENMC017

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	236
Mn	274
Ni <sup>+</sup>	193
Cu	626
Zn	1462
As <sup>+</sup>	32
Cd <sup>+</sup>	<25
Sn	<125
Tl	<38
Pb <sup>+</sup>	224

Référence externe : MTX SARAN 09-17 - 27/02/17 AU 06/03/17  
Référence interne : ENMC018

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	306
Mn	292
Ni <sup>+</sup>	<125
Cu	527
Zn	1326
As <sup>+</sup>	<25
Cd <sup>+</sup>	<8
Sn	<125
Tl	<38
Pb <sup>+</sup>	176

Référence externe : MTX BLANC SARAN 09-17 (Blanc)

Référence interne : ENMC019

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	<125
Mn	<38
Ni <sup>+</sup>	<38
Cu	<38
Zn	502
As <sup>+</sup>	<8
Cd <sup>+</sup>	<8
Sn	<38
Tl	<38
Pb <sup>+</sup>	<8

Pour information :

Eléments	LQ (ng/filtre)	LD (ng/filtre)
As <sup>+</sup> , Cd <sup>+</sup> , Pb <sup>+</sup>	25	8
Ni <sup>+</sup>	125	38

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

Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.



**RAPPORT D'ANALYSES**  
**ENMC002\_MEG\_R1**

4, rue de Bour-le-Cregne  
ZAC de Cécimont/EP40 010  
57 070 SAINT JULIEN-LES-MEYZ  
Téléphone : 03 87 50 40 70  
Télécopie : 03 87 50 81 31  
contact@mp-tech.net  
www.mp-tech.net

LIG'AIR  
Monsieur Quentin POINSIGNON  
260, avenue de la Pomme de Pin  
  
45590 - SAINT-CYR-EN-VAL

Vos références : N° 2017.03.044 - 09/03/2017


Echantillon reçu le : 10/03/2017

Analyse effectuée le : 16/03/2017

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 : (Non communiqué)

Date	Description	Validé par
27/03/2017	Rapport final	Valérie FAIVRE 

Responsable d'analyse

Référence externe : MTX SARAN 02-17 - 09/01/17 AU 16/01/17  
Référence interne : ENMC011

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<8

Référence externe : MTX SARAN 03-17 - 16/01/17 AU 23/01/17  
Référence interne : ENMC012

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<8

Référence externe : MTX SARAN 04-17 - 23/01/17 AU 30/01/17  
Référence interne : ENMC013

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<8

Référence externe : MTX SARAN 05-17 - 30/01/17 AU 06/02/17  
Référence interne : ENMC014

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<8

Référence externe : MTX SARAN 06-17 - 06/02/17 AU 13/02/17  
Référence interne : ENMC015

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<8

Référence externe : MTX SARAN 07-17 - 13/02/17 AU 20/02/17  
Référence interne : ENMC016

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<8

Référence externe : MTX SARAN 08-17 - 20/02/17 AU 27/02/17  
Référence interne : ENMC017

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Hg	<8

Référence externe : MTX SARAN 09-17 - 27/02/17 AU 06/03/17  
Référence interne : ENMC018

Eléments	Concentration en ng/échantillon
<b>Hg</b>	<8

Référence externe : MTX BLANC SARAN 09-17 (Blanc)  
Référence interne : ENMC019

Eléments	Concentration en ng/échantillon
<b>Hg</b>	<8

Référence interne : MTX0326 (1)

Eléments	Concentration en ng/blanc
<b>Hg</b>	<8

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

ENMC003\_MET\_R1

4, rue de Font-le-Cigne  
ZAC de Cimet / BP40 010  
57 070 SAINT JULIEN-LES-MEYZ  
Téléphone : 03 8750 4070  
Téléfax : 03 8750 8131  
contact@mp-tech.net  
www.mp-tech.net

LIG'AIR

Monsieur Quentin POINSIGNON

260, avenue de la Pomme de Pin

45590 - SAINT-CYR-EN-VAL

Vos références : N° 2017.03.044 - 09/03/2017

Echantillon reçu le : 10/03/2017

Analyse effectuée le : 24-28/03/2017

Norme : Minéralisation\_ICPMS selon NF EN ISO 17294-2

Technique : ICP\_MS

- Matrice : Retombées atmosphériques phases séparées

Date	Description	Validé par
30/03/2017	Rapport final	Valérie FAIVRE

Responsable d'analyse

Référence externe : SARAN BLANC JAUGES METAUX 2017 - 05/01/2017 (Blanc)  
Référence interne : ENMC008

<b>Volume traité (mL)</b>	1509
<b>Volume total (mL)</b>	1509
<b>Masse de poussières insolubles (g)</b>	0.013
<b>Masse de poussières solubles (g)</b>	0.413
<b>Partie soluble</b>	Partie soluble
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/L
Cr	<0,5
Mn	0.501
Ni	<0,5
Cu	0.927
Zn	3.41
As	0.343
Cd	1.1
Sn	<0,5
Tl	<0,1
Pb	2.23
<b>Partie Insoluble</b>	Partie Insoluble
<b>Eléments</b>	Concentration en ng/échantillon
Cr	208.6
Mn	261.6
Ni	<125
Cu	<125
Zn	406
As	<25
Cd	149.3
Sn	<125
Tl	<125
Pb	720.3

Référence externe : SARAN N1-01-17-M - 05/01/2017 AU 06/03/2017  
 Référence interne : ENMC009

<b>Volume traité (mL)</b>	9335
<b>Volume total (mL)</b>	9335
<b>Masse de poussières insolubles (g)</b>	0.096
<b>Masse de poussières solubles (g)</b>	0.691
<b>Partie soluble</b>	Partie soluble
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/L
Cr	<0,5
Mn	<0,5
Ni	<0,5
Cu	1.89
Zn	11.56
As	0.181
Cd	0.15
Sn	<0,5
Tl	<0,1
Pb	0.257
<b>Partie Insoluble</b>	Partie Insoluble
<b>Eléments</b>	Concentration en ng/échantillon
Cr	3222
Mn	52984
Ni	1757
Cu	7125
Zn	48775
As	752.1
Cd	310.2
Sn	713.3
Tl	<125
Pb	5746



Référence externe : SARAN S1-01-17-M - 05/01/2017 AU 06/03/2017  
Référence interne : ENMC010

<b>Volume traité (mL)</b>	10181
<b>Volume total (mL)</b>	10181
<b>Masse de poussières insolubles (g)</b>	0.066
<b>Masse de poussières solubles (g)</b>	0.713
<b>Partie soluble</b>	Partie soluble
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/L
Cr	<0,5
Mn	<0,5
Ni	<0,5
Cu	1.79
Zn	12.91
As	<0,1
Cd	0.403
Sn	<0,5
Tl	<0,1
Pb	<0,1
<b>Partie Insoluble</b>	Partie Insoluble
<b>Eléments</b>	Concentration en ng/échantillon
Cr	4872
Mn	29221
Ni	1610
Cu	23847
Zn	86961
As	632
Cd	75.38
Sn	2426
Tl	<125
Pb	49.50

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



**RAPPORT D'ANALYSES**  
**ENMD002\_MEG\_R1**

4, rue de Bourle-Croque  
ZAC de Cécimont/EP40 010  
57 070 SAINT JULIEN-LES-MEYZ  
Téléphone : 03 87 50 40 70  
Télécopie : 03 87 50 81 31  
contact@mp-tech.net  
www.mp-tech.net

LIG'AIR  
Monsieur Quentin POINSIGNON  
260, avenue de la Pomme de Pin  
  
45590 - SAINT-CYR-EN-VAL

Vos références : N° 2017.03.044 - 09/03/2017

Echantillon reçu le : 10/03/2017

Analyse effectuée le : 27-28-29-30/03/2017  
7 - 04/04/2017

Norme : Minéralisation\_AFS

Technique : AFS

- Matrice : Retombées atmosphériques phases séparées

Date	Description	Validé par
05/04/2017	Rapport final	Valérie FAIVRE

Responsable d'analyse

Référence externe : SARAN BLANC JAUGES METAUX 2017 - 05/01/2017 (Blanc)  
Référence interne : ENMC008

<b>Volume traité (mL)</b>	1509
<b>Volume total (mL)</b>	1509
<b>Masse de poussières insolubles (g)</b>	0.013
<b>Masse de poussières solubles (g)</b>	0.413
<b>Partie soluble</b>	Partie soluble
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/L
<b>Hg</b>	<0,05
<b>Partie Insoluble</b>	Partie Insoluble
<b>Eléments</b>	Concentration en ng/échantillon
<b>Hg</b>	<25

Référence externe : SARAN N1-01-17-M - 05/01/2017 AU 06/03/2017  
Référence interne : ENMC009

<b>Volume traité (mL)</b>	9335
<b>Volume total (mL)</b>	9335
<b>Masse de poussières insolubles (g)</b>	0.096
<b>Masse de poussières solubles (g)</b>	0.691
<b>Partie soluble</b>	Partie soluble
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/L
<b>Hg</b>	<0,05
<b>Partie Insoluble</b>	Partie Insoluble
<b>Eléments</b>	Concentration en ng/échantillon
<b>Hg</b>	30.29

Référence externe : SARAN S1-01-17-M - 05/01/2017 AU 06/03/2017  
Référence interne : ENMC010

<b>Volume traité (mL)</b>	10181
<b>Volume total (mL)</b>	10181
<b>Masse de poussières insolubles (g)</b>	0.066
<b>Masse de poussières solubles (g)</b>	0.713
<b>Partie soluble</b>	Partie soluble
<b>Eléments</b>	Concentration en µg/L
<b>Hg</b>	<0,05
<b>Partie Insoluble</b>	Partie Insoluble
<b>Eléments</b>	Concentration en ng/échantillon
<b>Hg</b>	<25

Légende:

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