

Qualité de l'air

Surveillance des retombées particulières Dioxines et furanes Métaux lourds

UTOM de SARAN

juillet - août 2007

Rapport final

Novembre 2007
E01.8-4

SOMMAIRE

Avertissement	3
I- Introduction et cadre de l'étude	4
II- Sites de prélèvement des dioxines et furanes	5
III- Méthode de prélèvement	7
IV- Sites de prélèvement des métaux lourds	8
V- Résultats globaux	8
V-1 Dioxines et furanes	8
V-1-1 Concentration moléculaire	8
V-1-2 Equivalent toxique	10
V-1-3 Comparaison avec les résultats des années 2005 et 2006	12
V-2 Métaux lourds	13
V-2-1 Dans les retombées atmosphériques	13
V-2-2 Dans les particules en suspension PM ₁₀	16
Conclusion	18
ANNEXE 1 : Signatures et empreintes des congénères sur les sites de mesures	19
ANNEXE 2 : Rapport d'analyses des dioxines et furanes	21
ANNEXE 3 : Rapport d'analyses des métaux lourds	27

Avertissement

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

Ce rapport d'études est la propriété de Lig'Air. Il ne peut être reproduit, en tout ou partie, sans l'autorisation écrite de Lig'Air. Toute utilisation 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.

I- Introduction et cadre de l'étude

En 2004, Lig'Air a été sollicitée par la société ORVADE pour établir un programme de surveillance annuelle des retombées particulaires 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.

Pour la troisième année consécutive, Lig'Air a donc réalisé pour le compte de la société ORVADE, une surveillance des retombées particulaires autour de l'UTOM de Saran. Celle-ci s'est déroulée en juillet et août 2007 et visait à quantifier les dioxines et furanes ainsi que les métaux lourds dans les retombées atmosphériques dans un rayon de 4 km maximum autour de l'UTOM.

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 est localisé.

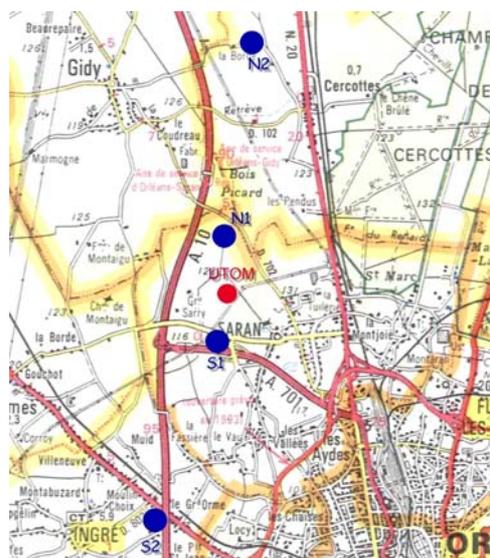


Situation géographique de l'UTOM

II- Sites de prélèvement des dioxines et furanes

Suite à l'étude réalisée par Lig'Air au cours de l'été 2004, 4 sites de prélèvement pour la surveillance annuelle des retombées particulières atmosphériques en dioxines/furanes et métaux lourds de l'UTOM de l'agglomération orléanaise ont été choisis.

Les positions géographiques des 4 sites de prélèvement restent les mêmes que pour l'étude de l'année 2005¹. Pour les sites N1 et S1, ils sont situés à environ 1 km de l'UTOM. Les sites N2 et S2, ont eux, été installés à environ 4 km. Leur localisation spatiale ainsi que leurs noms et leurs coordonnées figurent respectivement sur la carte 1 et dans le tableau 1.

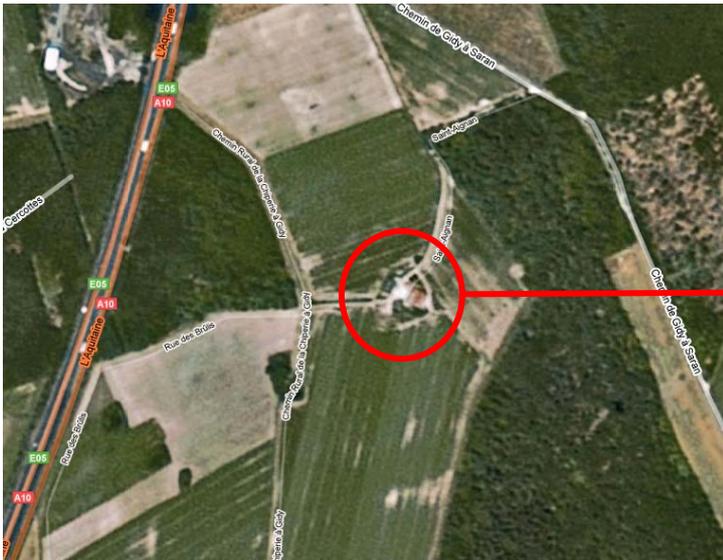


Carte 1 : Emplacement des sites retenus pour la mesure des retombées de l'UTOM en dioxines et furanes.

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 2007.

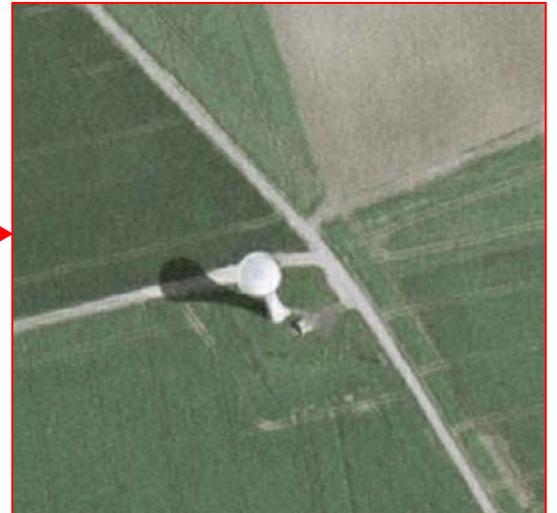
¹ Surveillance des retombées particulières : Dioxines et furanes, métaux lourds. UTOM de Saran. Lig'Air, Octobre 2005.



Site N1 – Ferme de Saint Aignan



Site N2 – Château d'eau de Chevilly



Site S1 – Parc d'activités Ormes Saran





Site S2 – Espaces verts des services techniques d'Ingré

III- Méthode de prélèvement

La méthode de prélèvement reste la même que celle choisie durant l'étude préalable et utilisée durant les précédentes campagnes de prélèvement. Le prélèvement 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 trépieds (photo 1).

Les jauges ont été installées le 6 juillet 2007 et retirées le 6 septembre 2007. Elles ont ensuite été conditionnées et envoyées au laboratoire Micropolluants Technologie SA (agrée pour l'analyse des dioxines et furanes).



Photo 1 : Préleveur passif type Jauge Owen sur trépied.

IV- Sites de prélèvement des métaux lourds

Lors de cette campagne, les métaux lourds ont été suivis dans les retombées particulaires ainsi que dans les particules en suspension de diamètre inférieur à 10 μm (PM₁₀). Le prélèvement des métaux dans les retombées particulaires est réalisé à l'aide de Jauge Owen. Pour cela, les sites N1 et S1 ont chacun été équipés d'une deuxième Jauge Owen destinée 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 PM₁₀ destiné à l'analyse des métaux lourds a été réalisé à l'aide d'un préleveur actif d'un débit de 1 m³/h. Les 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 du 6 juillet 2007 au 6 septembre 2007.

L'emplacement des trois sites retenus pour l'analyse des métaux lourds figure sur la carte 2.



Carte 2 : Emplacement des sites retenus pour la mesure des métaux lourds autour de l'UTOM.

V- Résultats globaux

V-1 Dioxines et furanes

V-1-1 Concentration moléculaire

Les rapports d'analyse fournis par le laboratoire Micropolluants Technologie SA sont présentés en annexe 2. Le tableau 2 ci-après, regroupe les concentrations de chaque congénère par site. La dernière colonne donne les niveaux des congénères dans le blanc terrain. Les concentrations sont exprimées en picogramme par échantillon (10⁻¹² gramme par échantillon). Les chiffres en noir correspondent aux concentrations des congénères inférieures à la limite de détection. Les valeurs supérieures aux limites de détection, donc exploitables, sont indiquées en rouge.

Congénère	N1	N2	S1	S2	Blanc terrain
2,3,7,8 TCDD	< 0,05	< 0,1	< 0,05	< 0,1	<0,1
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,05	< 0,1	< 0,05	< 0,15	<0,1
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,1	< 0,2	< 0,2	< 0,2	<0,2
1,2,3,6,7,8 HxCDD	< 0,1	< 0,2	5,11	< 0,2	<0,2
1,2,3,7,8,9 HxCDD	< 0,1	< 0,2	5,10	< 0,2	<0,2
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	18,51	8,90	57,15	3,44	<0,4
OCDD	60,51	24,59	203,21	13,22	5,4634
2,3,7,8 TCDF	1,39	2,66	2,20	0,94	<0,1
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,05	< 0,1	1,84	< 0,15	<0,1
2,3,4,7,8 PeCDF	1,63	1,13	3,45	< 0,15	<0,1
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< 0,1	< 0,2	2,98	< 0,2	<0,2
1,2,3,6,7,8 HxCDF	< 0,1	< 0,2	3,97	< 0,2	<0,2
2,3,4,6,7,8 HxCDF	< 0,1	< 0,2	6,567	< 0,2	<0,2
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,1	< 0,2	1,73	< 0,2	<0,2
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	2,91	3,20	27,16	1,41	<0,4
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,1	< 0,5	2,96	< 0,5	<0,4
OCDF	2,97	< 0,5	21,55	< 0,5	<0,4

Tableau 2 : Concentrations des 17 congénères les plus toxiques (pg/échantillon) du 6 juillet au 6 septembre 2007 autour de l'incinérateur de Saran.

L'analyse du blanc terrain met en évidence la présence du congénère OCDD. Afin de prendre en compte cette contamination, les niveaux de cette molécule dans les autres échantillons seront diminués de ceux observés dans le blanc lors du calcul des résultats en équivalent toxique (tableau 3).

Globalement, on peut constater que l'ensemble des congénères n'a été détecté dans aucun échantillon. Le site présentant le maximum de congénères détectés est le site S1 avec 14 congénères présents sur 17. La signature des congénères sur ce site est très semblable à celle observée à l'émission (Annexe 1). Les sites N1, N2 et S2 présentent respectivement 6, 5 et 4 congénères.

Parmi les trois congénères les plus toxiques (2,3,7,8 TetraChloroDibenzo Dioxine [dioxine de Seveso], 1,2,3,7,8 PentaChloroDibenzoDioxine et 2,3,4,7,8 PentaChloroDibenzoFurane), seul le 2,3,4,7,8 PeCDF a été détecté sur 3 sites S1, N1 et N2.

Quatre congénères ont été détectés sur l'ensemble des sites de prélèvement : le 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD, l'OCDD, le 2,3,7,8 TCDF et le 1,2,3,4,6,7,8 HpCDF.

En terme de concentrations par échantillon, l'OCDD reste la molécule qui présente les niveaux les plus élevés sur chacun des échantillons analysés. Sa concentration maximale a été de 203,21 pg/échantillon sur le site S1. Puis vient le 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD avec des concentrations 3 fois plus faibles que la dioxine précédente.

93% des congénères détectés (13 sur 14) lors de cette étude, ont marqué leurs concentrations maximales sur le site S1. Le 2,3,7,8 TCDF est le seul congénère qui a marqué son maximum en dehors du site S1. Sa concentration maximale (2,66 pg/échantillon) a été observée sur le site N2. La concentration de ce congénère sur le site S1 (2,2 pg/échantillon) arrive en deuxième position et elle est de même ordre de grandeur que la valeur maximale.

V-1-2 Equivalent toxique

Le tableau 3 présente les équivalents toxiques (I-TEQ) en picogramme ramenés à l'unité de surface (m²) et par jour. Ils représentent le minimum de l'équivalent toxique observé par site (les concentrations des congénères non détectés sont considérées nulles).

Congénère	N1	N2	S1	S2
2,3,7,8 TCDD				
1,2,3,7,8 PeCDD				
1,2,3,4,7,8 HxCDD				
1,2,3,6,7,8 HxCDD			0,168	
1,2,3,7,8,9 HxCDD			0,168	
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0,063	0,030	0,188	0,010
OCDD	0,016	0,003	0,063	
2,3,7,8 TCDF	0,046	0,089	0,072	0,030
1,2,3,7,8 PeCDF			0,030	
2,3,4,7,8 PeCDF	0,270	0,188	0,569	
1,2,3,4,7,8 HxCDF			0,099	
1,2,3,6,7,8 HxCDF			0,132	
2,3,4,6,7,8 HxCDF			0,217	
1,2,3,7,8,9 HxCDF			0,056	
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,010	0,010	0,089	0,003
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF			0,010	
OCDF			0,007	
Total	0,405	0,319	1,866	0,043

Tableau 3 : Equivalents toxiques minima par congénère et par site observés autour de l'UTOM de Saran du 6 juillet au 6 septembre 2007 (en pg/m²/jour)

D'après les résultats présentés dans le tableau 3, il apparaît que les sites les plus proches de l'UTOM (S1 et N1) présentent les équivalents toxiques les plus élevés avec une dominance du site S1. En comparaison, l'équivalent toxique observé sur le site S2 est environ 43 fois plus faible que celui enregistré sur le site S1.

D'après la littérature existante, ces valeurs restent faibles et peuvent même être représentatives d'un site rural non influencé (tableau 4).

Zone	pg I-TEQ/m ² /j
Rurale	5-20
Urbaine	10-85
Proche d'une source	Jusqu'à 1000

Tableau 4 : Concentration typique dans des collecteurs de précipitations².

D'après les données météorologiques observées durant la période de mesure, il apparaît que la majorité des vents étaient faibles (66% des vents avaient une vitesse inférieure ou égale à 4 m/s). En ce qui concerne les vents forts, ces derniers étaient majoritairement du secteur sud-ouest à ouest (figure 1, rose des vents et tableau 5), assurant ainsi une bonne dispersion suivant ces secteurs.

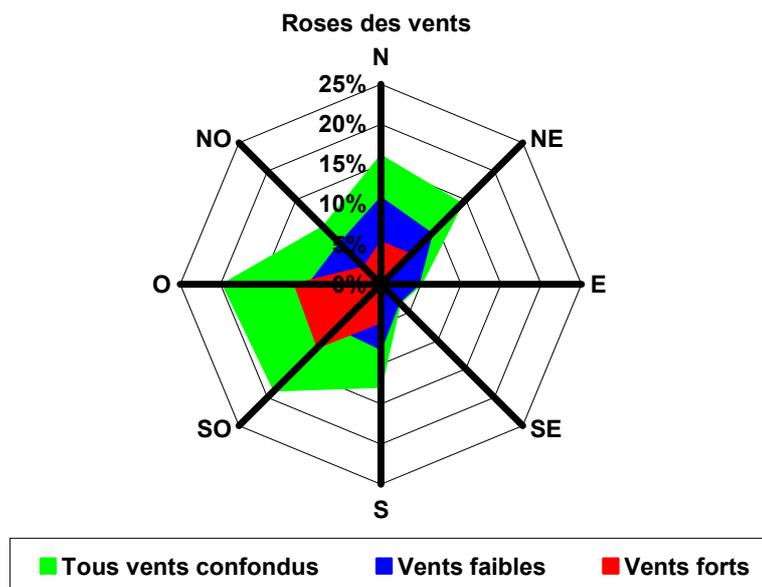


Figure 1 : Rose des vents du 6 juillet au 6 septembre 2007 (source Météo France).

	vents faibles	vents forts	tous vents
N	10,8%	5,3%	16,0%
NE	9,0%	5,3%	14,2%
E	4,6%	0,3%	5,0%
SE	3,2%	0,1%	3,3%
S	8,1%	4,7%	12,8%
SO	7,7%	11,1%	18,8%
O	9,0%	10,7%	19,7%
NO	7,2%	3,0%	10,2%

Tableau 5 : fréquence d'apparition des vents du 6 juillet au 6 septembre 2007

Pour les précipitations, 151 événements pluvieux ont été enregistrés, comptabilisant 156 mm. En nombre d'événements, ces derniers étaient principalement des secteurs sud-ouest à nord-ouest. Le maximum d'événements pluvieux a été enregistré par le secteur sud-ouest (environ 26% d'événements ont été observés par ce secteur).

² Durif 2001 : Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furanes autour d'une UIOM. Rapport final INERIS.

En terme de hauteur de précipitation, les pluies par secteur ouest étaient plus abondantes que celles des autres secteurs (figure 2). Les hauteurs de précipitations par les secteurs nord-ouest à nord-est sont similaires à celles obtenues par les secteurs sud-est à sud-ouest. Cependant, les hauteurs de pluies enregistrées par ces derniers secteurs sont associées dans 58% cas à des vents forts donc à un état atmosphérique dispersif. Celles obtenues par les secteurs nord (nord-ouest à nord-est) sont associées dans 61% des cas à des vents faibles, donc plus favorables aux retombées humides (état atmosphérique moins dispersif).

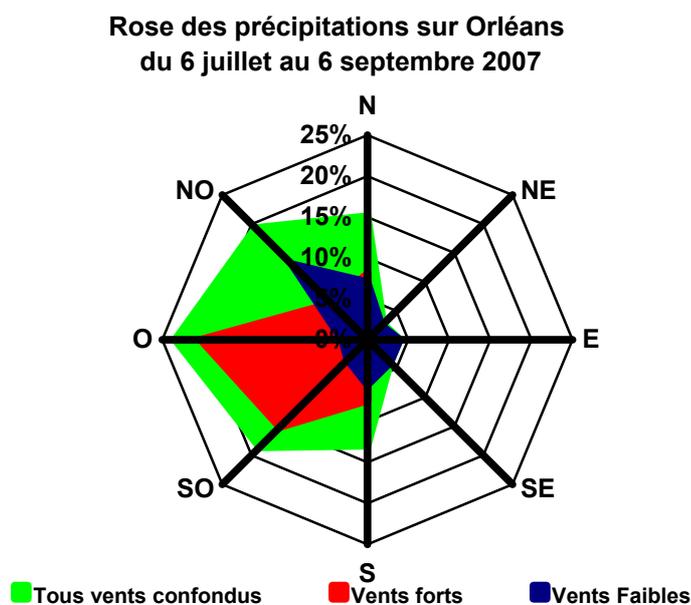


Figure 2 : Rose des hauteurs des précipitations du 6 juillet au 6 septembre 2007 (source Météo France)

V-1-3 Comparaison avec les résultats des années 2005 et 2006

Lig'Air a réalisé en 2005 et en 2006 les deux premières études³ prévues dans le calendrier de surveillance annuelle établi lors de l'étude préalable⁴. Les résultats de ces deux études ainsi que ceux de la présente étude sont comparés dans le tableau 6 et dans le graphe 1.

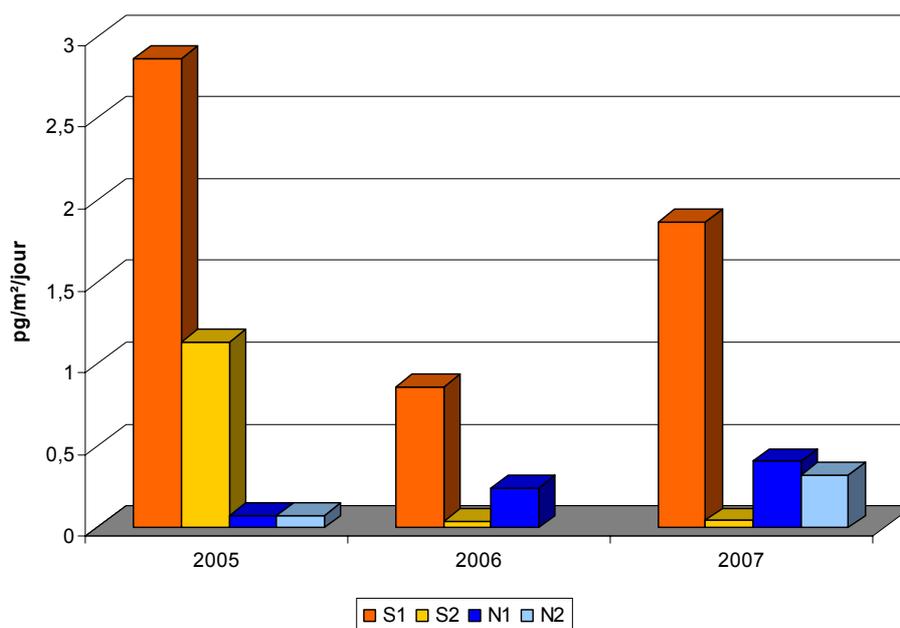
Références sites	Résultats 2005	Résultats 2006	Résultats 2007
S1	2,864	0,860	1,866
S2	1,133	0,037	0,043
N1	0,072	0,241	0,405
N2	0,073	Préleveur volé	0,319

Tableau 6 : Comparaison des équivalents toxiques obtenus lors des campagnes de 2005, 2006 et 2007 en pg/m²/jour.

³ Surveillance des retombées particulières : Dioxines et furanes, métaux lourds. UTOM de Saran. Lig'Air, Octobre 2005 et Octobre 2006.

⁴ Etude préalable : validation de la proposition de surveillance en continu des dioxines et furanes et choix des sites. Lig'Air, Novembre 2004.

Equivalents toxiques en dioxine et furane en 2005, 2006 et 2007



Graphie 1 : Comparaison des équivalents toxiques obtenus lors des campagnes de 2005, 2006 et 2007 en pg/m²/jour

Tout comme les deux années précédentes, la présente étude confirme que le site S1 est plus chargé en dioxine et furane que les autres sites.

Pour les sites S1 et S2, les concentrations les plus élevées ont été observées durant l'étude réalisée en 2005. Lors des deux dernières études (2006 et 2007), le site S2 présente des niveaux similaires et largement inférieurs à ceux enregistrés durant l'année 2005. Pour les sites N1 et N2, les niveaux les plus importants sont observés durant la présente étude (graphe 1). Une légère augmentation est observée d'une année à l'autre sur les niveaux enregistrés sur le site N1. Cependant, il faut garder à l'esprit que les niveaux observés sont faibles et que même si les sites de mesures sont les mêmes, les périodes d'échantillonnage sont différentes et par conséquent les conditions météorologiques aussi. Les variations et les tendances ainsi observées sur chacun des sites, peuvent être largement liées aux variations météorologiques en particulier si on considère que les sources d'émissions et leurs flux sont constants dans le temps.

V-2 Métaux lourds

V-2-1 Métaux lourds dans les retombées atmosphériques

Les résultats provenant du laboratoire d'analyse sont présentés en annexe 3. Les mesures des parties solubles et insolubles ont été regroupées par métal sous une concentration unique en ng/m²/jour. Les niveaux de chaque polluant ainsi obtenus sont présentés dans le tableau 7 pour les sites N1 et S1.

	N1			S1		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007
Chrome (Cr)	199	933	1612	7251	785	265
Manganèse (Mn)	1284	25265	1178	3411	9581	1787
Nickel (Ni)	425	4933	126	860	822	122
Cuivre (Cu)	3030	21050	8530	10563	9796	11266
Zinc (Zn)	6780	61473	8444	40107	25480	40383
Arsenic (As)	14	817	237	87	496	361
Cadmium (Cd)	5	260		10	0	
Etain (Sn)	95	0	49	367	0	136
Thallium (Tl)	601	0		1035	0	
Plomb (Pb)	581	2573	961	1568	2386	445
Mercure (Hg)		46			0	

Tableau 7 : Concentrations des métaux lourds dans les retombées particulaires en ng/m²/jour du 6 juillet au 6 septembre 2007 et comparaison avec les résultats de 2005 et 2006.

Les variations annuelles de chaque élément sont représentées sur les figures 3 et 4 respectivement pour les sites N1 et S1.

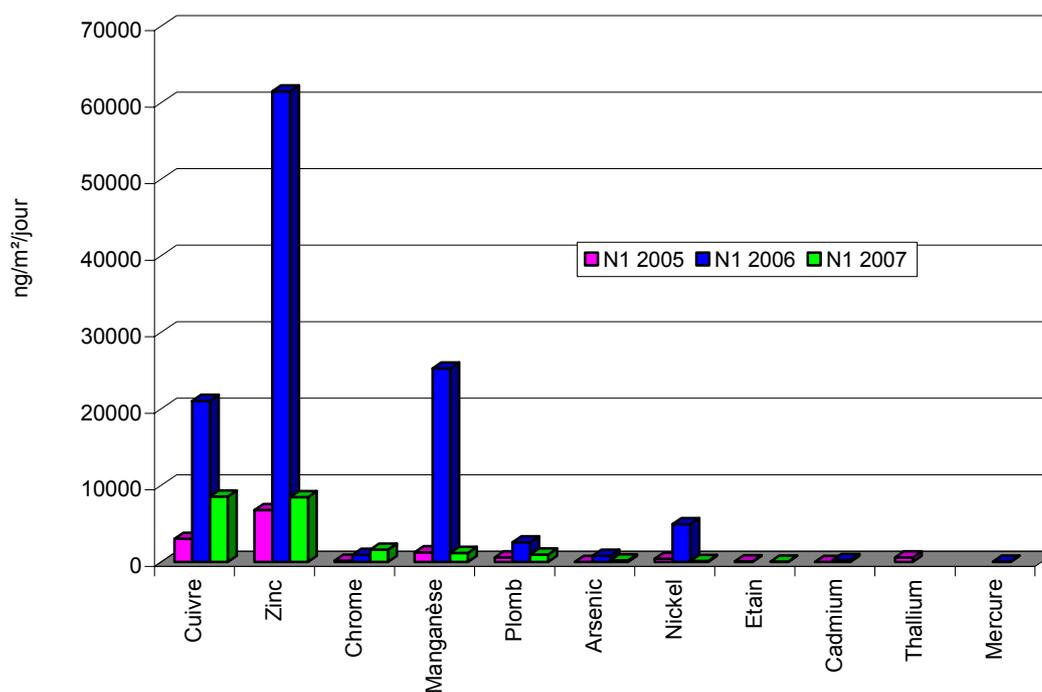


Figure 3 : Comparaison des niveaux en métaux lourds obtenus sur N1 lors des 3 dernières campagnes (ng/m²/jour)

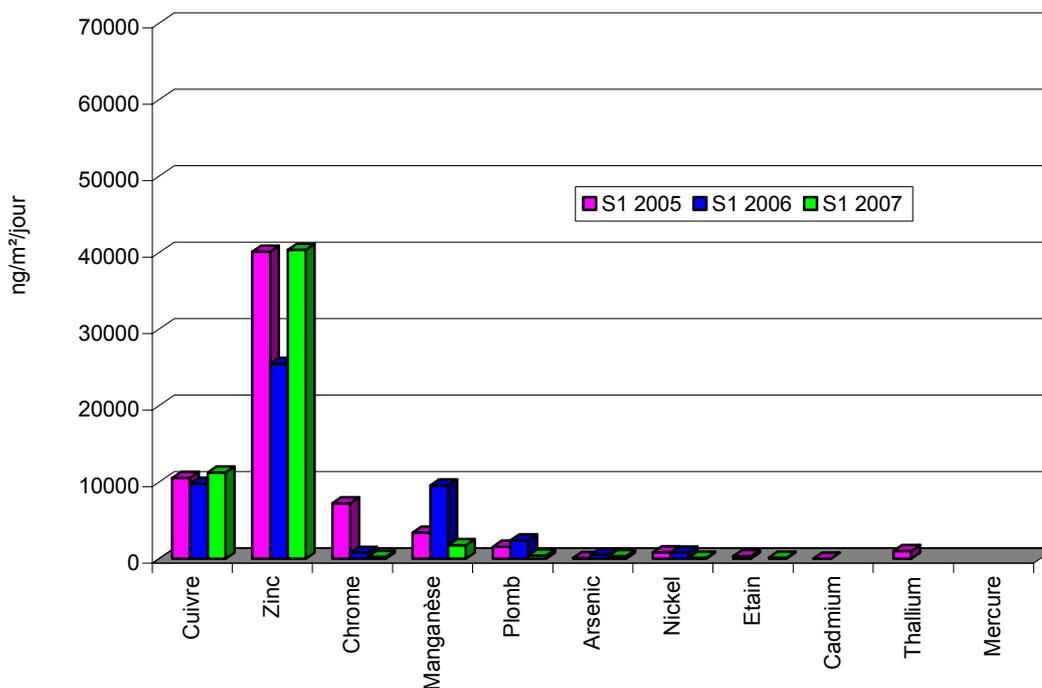


Figure 4 : Comparaison des niveaux en métaux lourds obtenus sur S1 lors des 3 dernières campagnes (ng/m²/jour)

Pour l'année 2007, le zinc et le cuivre sont les éléments les plus présents sur les deux sites. Le cadmium, le mercure et le thallium ont des concentrations inférieures aux seuils de détection dans les deux prélèvements.

Les concentrations en Nickel, sont équivalentes sur les deux sites (figure 5). Le Plomb et le Chrome sont les deux éléments qui ont marqué des niveaux maxima sur le site N1. Pour les 5 autres éléments, leurs rapports de niveaux S1/N1, dépassent la valeur 1, montrant ainsi une forte présence de ces éléments sur le site S1 ainsi que sur le site N1 (figure 5).

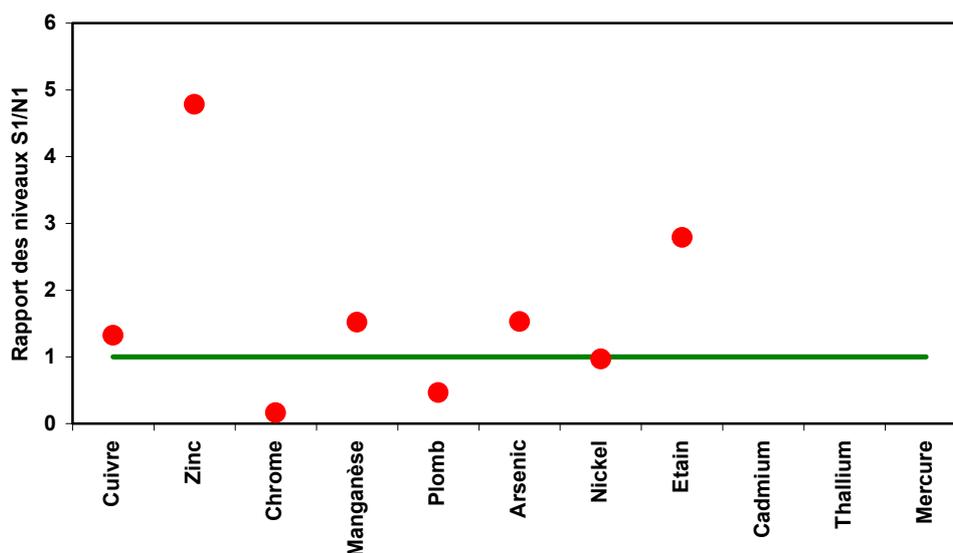


Figure 5 : Comparaison des niveaux en métaux lourds entre les deux sites (niveau S1/niveau N1), campagne 2007

Globalement la présente étude montre que le site S1 est plus chargé en métaux lourds (tous métaux confondus) que le site N1. Cependant, cette tendance n'est pas régulière dans le temps, comme cela est observé pour les dioxines et furanes où la dominance du site S1 est confirmée d'une année à l'autre, jusqu'à maintenant. En effet, durant l'étude 2006, tous les métaux lourds surveillés ont marqué leurs fortes concentrations sur le site N1 (tableau 7). Le comportement de ces métaux était inversé durant l'année 2005 où les concentrations les plus élevées ont été enregistrées sur le site S1. Comportement qui ressemble dans ces grandes lignes à celui observé durant la présente étude.

V-2-2 Métaux lourds dans les particules en suspension PM₁₀

La méthode utilisée dans cette partie 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.

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

Moyenne annuelle en ng/m ³	Pb	As	Cd	Ni
Valeur limite	500			
Objectif qualité	250			
Valeur cible		6	5	20
Seuil d'évaluation minimal	250	2,4	2	10
Seuil d'évaluation maximal	350	3,6	3	14

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. Les concentrations sont exprimées en ng/m³.

Semaine	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Sn	Tl	Pb	Hg
30	1,07	2,58	0,81	5,02	20,48	0,18				5,22	
31	1,59	4,26	1,26	6,11	23,03	0,39		1,01		7,74	
32	1,51	2,74	1,35	4,17	18,59	0,32		0,83		6,93	
33	1,30	1,62		3,32	5,62	0,17				1,73	
34	1,58	1,78	0,78	3,5	9	0,28		1,25		6,69	
35	1,94	5,54	1,27	4,76	17,08	0,30	0,19	1,20		8,76	

Tableau 9 : Concentrations en métaux lourds dans les particules en suspension sur le site du Château de l'étang à Saran du 23/07/07 au 03/09/07.

En ce qui concerne les polluants normés (Pb, As, Cd et Ni), ces derniers ont enregistré des niveaux largement inférieurs aux normes (tableau 8).

Globalement, le zinc reste l'élément le plus présent (figure 6) de la même manière que pour les retombées particulaires. Pour les 6 semaines de prélèvement, le thallium ainsi que le mercure n'ont jamais été quantifiés.

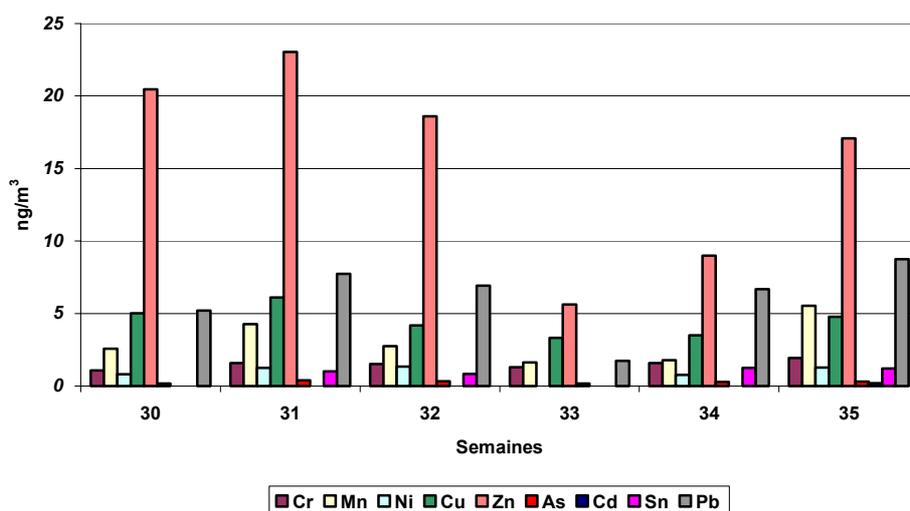


Figure 6 : Concentrations en métaux lourds du 23/07/07 au 03/09/07 en ng/m³

Au cours des études réalisées en 2005 et 2006, le zinc était l'élément le plus présent et aucun dépassement n'avait été enregistré pour les quatre polluants normés. Pour l'année 2007, le constat est le même. Les concentrations des autres métaux mesurés sont du même ordre de grandeur que les années précédentes (figure 7).

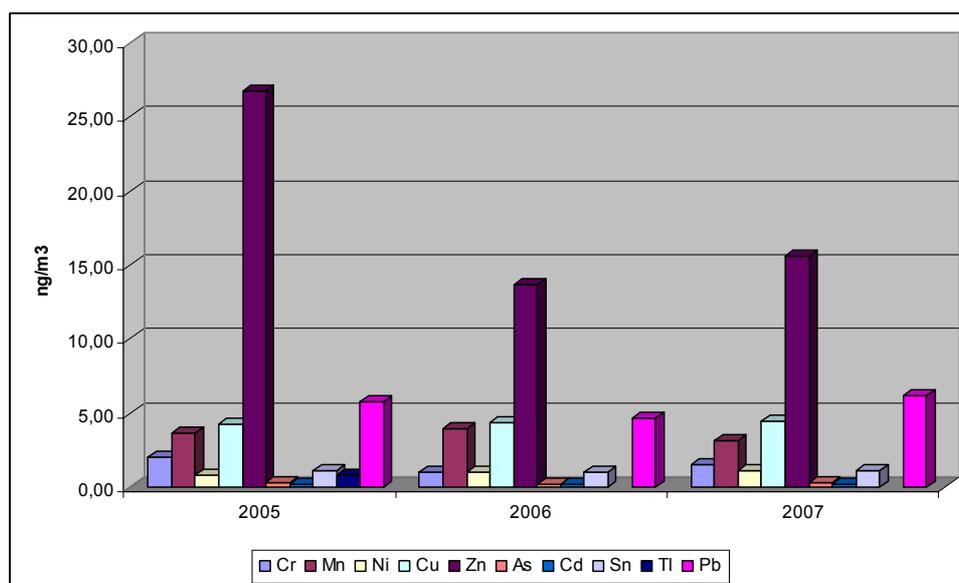


Figure 7 : Evolution des concentrations en métaux lourds en 2005, 2006 et 2007 en ng/m³

Compte tenu des faibles niveaux des métaux dans les particules en suspension (PM₁₀), en particulier ceux des métaux normés, la surveillance des métaux dans les PM₁₀ ne sera pas reconduite lors des futures campagnes de mesures.

Conclusion

Cette étude a pour objectif la mesure des dioxines et furanes ainsi que les métaux lourds dans les retombées atmosphériques et les métaux lourds dans les particules en suspension autour de l'Unité de Traitement des Ordures Ménagères de Saran. Elle correspond à la troisième campagne de mesure du programme de surveillance, établi lors de l'étude préalable réalisée en 2004 par Lig'Air⁵. Les méthodes ainsi que les sites de prélèvements sont ceux choisis lors des campagnes des années précédentes.

L'étude s'est déroulée du 06 juillet 2007 au 06 septembre 2007 sur quatre 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 la commune sur laquelle les prélèvements ont été effectués.

Concernant les niveaux rencontrés...

Pour les dioxines et furanes, les équivalents toxiques par site sont compris entre 0,043 et 1,866 pg I-TEQ/m²/j. D'après la littérature existante, ces niveaux sont faibles et ils sont caractéristiques des concentrations observées en milieu rural non influencé. Comme pour les années précédentes, c'est sur le site S1 que les I-TEQ sont les plus élevés.

Pour les métaux lourds dans les retombées atmosphériques, le zinc et le cuivre sont les éléments majoritaires sur les deux sites. Le comportement des métaux lors de cette étude ressemble dans ces grandes lignes à celui observé durant l'année 2005, à savoir que les fortes concentrations sont observées sur le site S1. Cette tendance a été inversée durant l'étude de 2006 (le site N1 était plus pollué que le site S1).

Pour les métaux lourds dans les particules en suspension, le zinc reste l'élément majoritaire comme dans les retombées atmosphérique et durant les études précédentes. En ce qui concerne les métaux normés Pb, As, Cd et Ni, les concentrations enregistrées sont équivalentes à celles observées les années précédentes et restent faibles au regard des valeurs normatives. Compte tenu de ces faibles concentrations, la surveillance des métaux dans les PM₁₀ ne sera pas reconduite lors des futures campagnes de mesures.

Campagne de l'année 2008 la surveillance annuelle...

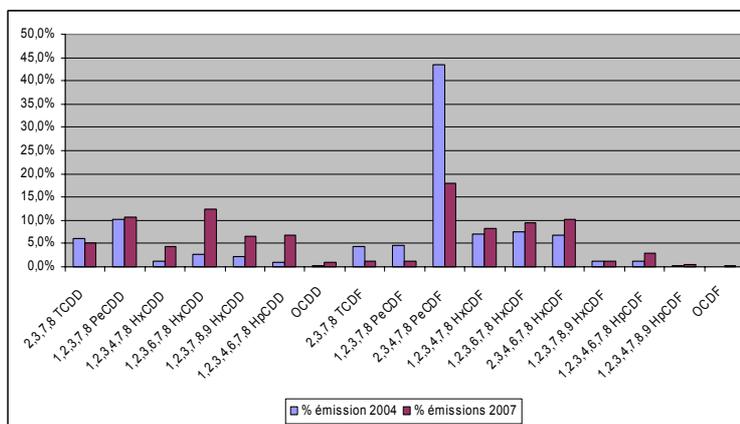
La campagne de 2008 est prévue pour septembre et octobre 2008. Les méthodes de prélèvement ainsi que les polluants mesurés seront identiques à ceux de cette année. Les sites de prélèvement resteront les mêmes dans la mesure du possible.

⁵ Etude préalable : validation de la proposition de surveillance en continu des dioxines et furanes et choix des sites. Lig'Air, Novembre 2004.

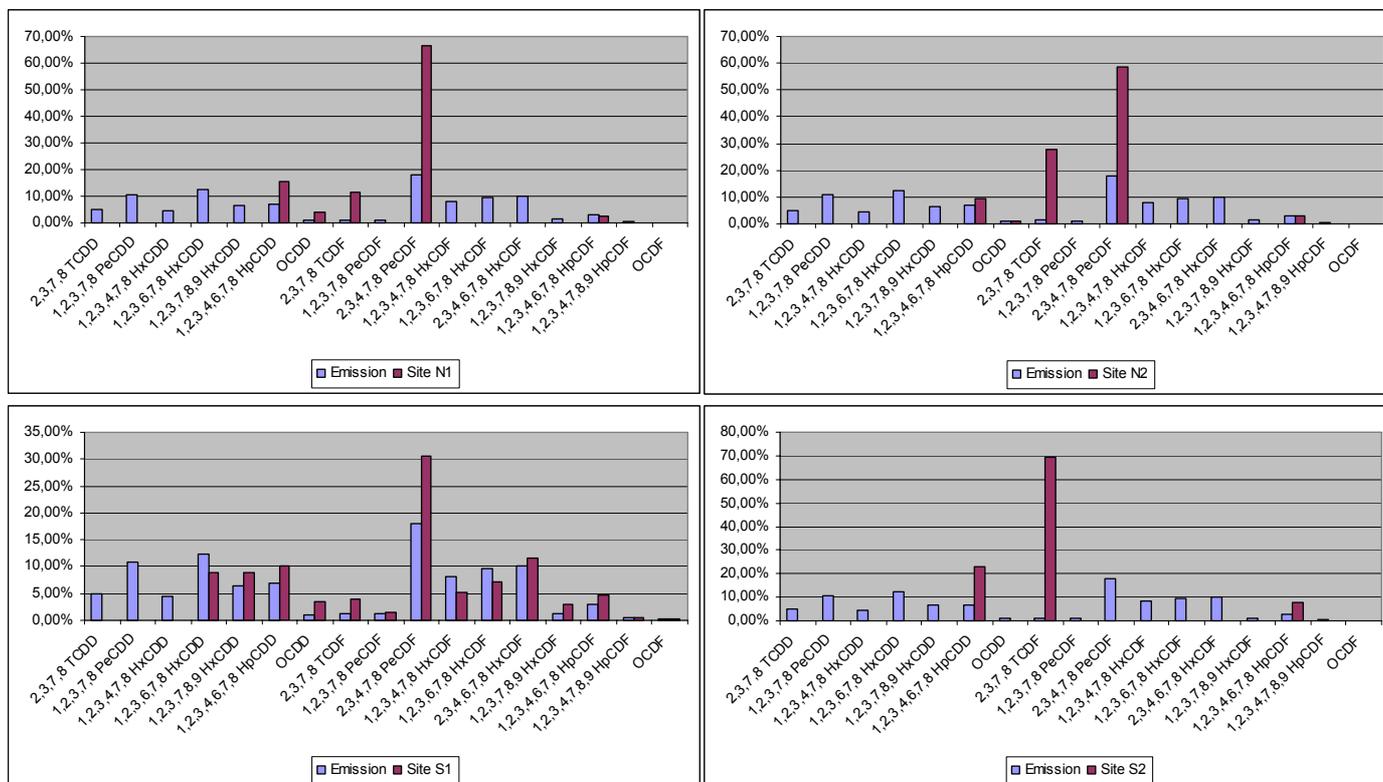
ANNEXE 1 : Signatures et empreintes des congénères sur les sites de mesures

Suite à la transmission de la part d'ORVADE de résultats de mesures à l'émission effectuées en juillet et août 2007, Lig'Air a effectué un comparatif des signatures des mesures effectuées sur les 4 sites de mesures avec la moyenne de ces deux prélèvements.

Lors de la pré-étude de 2004, ORVADE avait fourni à Lig'Air, des mesures à l'émission. La comparaison entre les signatures des émissions en 2004 et en 2007 permet d'observer une variation parfois importante, entre les différents dioxines et furanes.



Les figures (ci-dessous) présentent les pourcentages d'équivalent toxique de chaque congénère par rapport à l'équivalent toxique total mesuré sur chaque site. Ces pourcentages d'équivalents toxiques sont comparés à ceux obtenus à l'émission (données fournies par l'exploitant).



La signature du site S1 est celle qui se rapproche le plus de celle obtenue à l'émission. Ces deux empreintes sont caractérisées par la dominance du 2,3,4,7,8 PeCDF et par la mesure de furanes de type HxCDF. Il faut noter que l'empreinte des congénères sur le site S1 ne se recoupe pas à 100% avec celle à l'émission. Ceci peut être dû au fait qu'il y a une distorsion des profils puisque la mesure à l'émission prend en compte aussi la phase gazeuse et les particules fines alors que ces deux fractions ne sont que faiblement, voire très faiblement, captées par la méthode employée lors de nos études. Cependant, malgré cet inconvénient, une très forte ressemblance est notée entre l'empreinte des congénères mesurés sur S1 et celle à l'émission (graphe S1 ci-dessus).

Les empreintes des sites N1, N2 et S2 sont très différentes de celles observées à l'émission.

Enfin, il faut signaler que ces résultats sont largement dépendants des conditions météorologiques qui ont régné pendant la campagne de mesures. Des conditions météorologiques plus stables ou plus dispersives peuvent conduire à d'autres résultats.

ANNEXE 2 : Rapport d'analyses des dioxines et furanes



MICROPOLLUANTS
TECHNOLOGIE S.A.

5, impasse des Anciens Hauts Fourneaux
ZI du Gassion / BP 80 293
57 108 THIONVILLE CEDEX
Téléphone : 03 82 88 22 90
Télécopie : 03 82 88 22 94
contact@mp-tech.net
www.mp-tech.net

RAPPORT D'ANALYSES
ENCJ001_PCD_R1

LIG'AIR
Monsieur Olivier PETRIQUE
135, Faubourg Bannier

45000 ORLEANS

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

Les échantillons sont tout d'abord filtrés à travers un tamis de 1mm d'ouverture de maille. L'extraction de l'échantillon d'eau consiste en une extraction liquide-liquide avec du dichlorométhane. Les particules sont séchées puis marquées avant extraction solide-liquide au toluène. Les extraits obtenus sont combinés, puis purifiés sur colonnes chromatographiques contenant des adsorbants spécifiques.

L'extrait est concentré et des standards internes sont ajoutés. L'extrait est analysé par HRGC/HRMS à haute résolution (R = 10 000).

Norme : méthode interne selon MOp C-4/25, filtration et tamisage selon NF X43-014
Technique : HRGC/HRMS à haute résolution (R = 10 000)

Vos références : Echantillon du 18/09/2007 Devis 0705-29

Date	Description	Validé par	Approuvé par
01/10/2007	Rapport final	 P.-E. LAFARGUE Responsable d'Analyses	 A. HACHIMI Direction



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 produits soumis à l'analyse, les remarques et commentaires n'engagent pas la responsabilité du COFRAC. En C-10/46 - V0 - 22/01/2007

MicroPolluants Technologie SA

Page 1 sur 6

ENCJ001_PCD_R1

Echantillon reçu le : 18/09/2007

Référence Externe	BLANC DIOXINES
Référence Interne	ENCI006
Volume d'échantillon analysé (l)	1,517
Masse de particules dans la prise d'essai si filtration (g)	0,016
Volume final après concentration (µl)	20
Volume d'extrait injecté (µl)	1

Congénère	Quantité (pg/échantillon)	I-TEF (NATO)	I-TEQ (min)	I-TEQ (max)	% Rec. ¹³ C
2,3,7,8 TCDD	< 0,1	1	0,00	0,10	85
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,1	0,5	0,00	0,05	58
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,2	0,1	0,00	0,02	64
1,2,3,6,7,8 HxCDD	< 0,2	0,1	0,00	0,02	68
1,2,3,7,8,9 HxCDD	< 0,2	0,1	0,00	0,02	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	< 0,4	0,01	0,00	0,00	106
OCDD	5,4634	0,001	0,01	0,01	129
Dioxines	5,4634				
2,3,7,8 TCDF	< 0,1	0,1	0,00	0,01	89
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,1	0,05	0,00	0,01	48
2,3,4,7,8 PeCDF	< 0,1	0,5	0,00	0,05	59
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< 0,2	0,1	0,00	0,02	95
1,2,3,6,7,8 HxCDF	< 0,2	0,1	0,00	0,02	91
2,3,4,6,7,8 HxCDF	< 0,2	0,1	0,00	0,02	93
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,2	0,1	0,00	0,02	51
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	< 0,4	0,01	0,00	0,00	87
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,4	0,01	0,00	0,00	71
OCDF	< 0,4	0,001	0,00	0,00	112
Furannes					
TOTAL I-TEQ NATO (pg/échantillon)			0,01	0,37	
TOTAL TE WHO (pg/échantillon)			0,00	0,42	
Total TCDD	< 10				
Total PeCDD	< 10				
Total HxCDD	< 20				
Total HpCDD	< 10				
Total PCDD	5				
Total TCDF	< 10				
Total PeCDF	< 10				
Total HxCDF	< 20				
Total HpCDF	< 10				
Total PCDF	< 50				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 25/09/2007 à 14h00		
Analyse par HRGC/HRMS			Le 25/09/2007 à 22h35		

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

Echantillon reçu le : 18/09/2007

Référence Externe	N1-07-07-D
Référence Interne	ENCI007
Volume d'échantillon analysé (l)	9,226
Masse de particules dans la prise d'essai si filtration (g)	0,044
Volume final après concentration (µl)	20
Volume d'extrait injecté (µl)	1

Congénère	Quantité (pg/échantillon)	I-TEF (NATO)	I-TEQ (min)	I-TEQ (max)	% Rec. ¹³ C
2,3,7,8 TCDD	< 0,05	1	0,00	0,05	82
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,05	0,5	0,00	0,03	66
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,1	0,1	0,00	0,01	62
1,2,3,6,7,8 HxCDD	< 0,1	0,1	0,00	0,01	59
1,2,3,7,8,9 HxCDD	< 0,1	0,1	0,00	0,01	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	18,5143	0,01	0,19	0,19	97
OCDD	60,5103	0,001	0,06	0,06	112
Dioxines	79,0246				
2,3,7,8 TCDF	1,3875	0,1	0,14	0,14	91
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,05	0,05	0,00	0,00	4
2,3,4,7,8 PeCDF	1,6326	0,5	0,82	0,82	60
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< 0,1	0,1	0,00	0,01	80
1,2,3,6,7,8 HxCDF	< 0,1	0,1	0,00	0,01	86
2,3,4,6,7,8 HxCDF	< 0,1	0,1	0,00	0,01	94
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,1	0,1	0,00	0,01	2
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	2,9066	0,01	0,03	0,03	82
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,1	0,01	0,00	0,00	2
OCDF	2,9671	0,001	0,00	0,00	73
Furannes	8,8938				
TOTAL I-TEQ NATO (pg/échantillon)			1,23	1,38	
TOTAL TE WHO (pg/échantillon)			1,18	1,35	
Total TCDD	< 5				
Total PeCDD	< 5				
Total HxCDD	< 10				
Total HpCDD	33				
Total PCDD	94				
Total TCDF	18				
Total PeCDF	2				
Total HxCDF	< 10				
Total HpCDF	3				
Total PCDF	26				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 25/09/2007 à 14h00		
Analyse par HRGC/HRMS			Le 25/09/2007 à 23h30		

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

Echantillon reçu le : 18/09/2007

Référence Externe	N2-07-07-D
Référence Interne	ENCI008
Volume d'échantillon analysé (l)	10200
Masse de particules dans la prise d'essai si filtration (g)	0,12
Volume final après concentration (µl)	20
Volume d'extrait injecté (µl)	1

Congénère	Quantité (pg/échantillon)	I-TEF (NATO)	I-TEQ (min)	I-TEQ (max)	% Rec. ¹³ C
2,3,7,8 TCDD	< 0,1	1	0,00	0,10	84
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,1	0,5	0,00	0,05	51
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,2	0,1	0,00	0,02	58
1,2,3,6,7,8 HxCDD	< 0,2	0,1	0,00	0,02	62
1,2,3,7,8,9 HxCDD	< 0,2	0,1	0,00	0,02	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	8,8965	0,01	0,09	0,09	131
OCDD	24,5882	0,001	0,02	0,02	88
Dioxines	33,4847				
2,3,7,8 TCDF	2,6622	0,1	0,27	0,27	83
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,1	0,05	0,00	0,01	5
2,3,4,7,8 PeCDF	1,1314	0,5	0,57	0,57	71
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< 0,2	0,1	0,00	0,02	89
1,2,3,6,7,8 HxCDF	< 0,2	0,1	0,00	0,02	86
2,3,4,6,7,8 HxCDF	< 0,2	0,1	0,00	0,02	86
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,2	0,1	0,00	0,02	2
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	3,1973	0,01	0,03	0,03	88
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,5	0,01	0,00	0,01	6
OCDF	< 0,5	0,001	0,00	0,00	78
Furannes	6,9909				
TOTAL I-TEQ NATO (pg/échantillon)			0,98	1,28	
TOTAL TE WHO (pg/échantillon)			0,96	1,31	
Total TCDD	< 10				
Total PeCDD	< 10				
Total HxCDD	< 20				
Total HpCDD	18				
Total PCDD	42				
Total TCDF	31				
Total PeCDF	1				
Total HxCDF	< 20				
Total HpCDF	6				
Total PCDF	38				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 25/09/2007 à 14h00		
Analyse par HRGC/HRMS			Le 26/09/2007 à 00h25		

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

Echantillon reçu le : 18/09/2007

Référence Externe	S1 - 07-07-D
Référence Interne	ENCI009
Volume d'échantillon analysé (l)	9,943
Masse de particules dans la prise d'essai si filtration (g)	0,111
Volume final après concentration (µl)	20
Volume d'extrait injecté (µl)	1

Congénère	Quantité (pg/échantillon)	I-TEF (NATO)	I-TEQ (min)	I-TEQ (max)	% Rec. ¹³ C
2,3,7,8 TCDD	< 0,05	1	0,00	0,05	78
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,05	0,5	0,00	0,03	76
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,2	0,1	0,00	0,02	55
1,2,3,6,7,8 HxCDD	5,1105	0,1	0,51	0,51	55
1,2,3,7,8,9 HxCDD	5,1005	0,1	0,51	0,51	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	57,1523	0,01	0,57	0,57	103
OCDD	203,2072	0,001	0,20	0,20	47
Dioxines	270,5705				
2,3,7,8 TCDF	2,2034	0,1	0,22	0,22	77
1,2,3,7,8 PeCDF	1,8425	0,05	0,09	0,09	9
2,3,4,7,8 PeCDF	3,4508	0,5	1,73	1,73	79
1,2,3,4,7,8 HxCDF	2,9790	0,1	0,30	0,30	87
1,2,3,6,7,8 HxCDF	3,9666	0,1	0,40	0,40	76
2,3,4,6,7,8 HxCDF	6,5648	0,1	0,66	0,66	66
1,2,3,7,8,9 HxCDF	1,7282	0,1	0,17	0,17	9
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	27,1570	0,01	0,27	0,27	72
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	2,9638	0,01	0,03	0,03	7
OCDF	21,5500	0,001	0,02	0,02	54
Furannes	74,4061				
TOTAL I-TEQ NATO (pg/échantillon)			5,68	5,78	
TOTAL TE WHO (pg/échantillon)			5,48	5,60	
Total TCDD	12				
Total PeCDD	30				
Total HxCDD	72				
Total HpCDD	109				
Total PCDD	426				
Total TCDF	33				
Total PeCDF	29				
Total HxCDF	48				
Total HpCDF	36				
Total PCDF	167				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 25/09/2007 à 14h00		
Analyse par HRGC/HRMS			Le 26/09/2007 à 01h20		

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

Echantillon reçu le : 18/09/2007

Référence Externe	S2-07-07-D
Référence Interne	ENCI010
Volume d'échantillon analysé (l)	10489
Masse de particules dans la prise d'essai si filtration (g)	0,134
Volume final après concentration (µl)	20
Volume d'extrait injecté (µl)	1

Congénère	Quantité (pg/échantillon)	I-TEF (NATO)	I-TEQ (min)	I-TEQ (max)	% Rec. ¹³ C
2,3,7,8 TCDD	< 0,1	1	0,00	0,10	76
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,15	0,5	0,00	0,08	60
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,2	0,1	0,00	0,02	68
1,2,3,6,7,8 HxCDD	< 0,2	0,1	0,00	0,02	71
1,2,3,7,8,9 HxCDD	< 0,2	0,1	0,00	0,02	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	3,4382	0,01	0,03	0,03	119
OCDD	13,2158	0,001	0,01	0,01	49
Dioxines	16,6540				
2,3,7,8 TCDF	0,9362	0,1	0,09	0,09	71
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,15	0,05	0,00	0,01	3
2,3,4,7,8 PeCDF	< 0,15	0,5	0,00	0,08	65
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< 0,2	0,1	0,00	0,02	82
1,2,3,6,7,8 HxCDF	< 0,2	0,1	0,00	0,02	71
2,3,4,6,7,8 HxCDF	< 0,2	0,1	0,00	0,02	98
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,2	0,1	0,00	0,02	4
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	1,4068	0,01	0,01	0,01	102
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,5	0,01	0,00	0,01	2
OCDF	< 0,5	0,001	0,00	0,00	32
Furannes	2,3430				
TOTAL I-TEQ NATO (pg/échantillon)			0,16	0,56	
TOTAL TE WHO (pg/échantillon)			0,14	0,62	
Total TCDD	< 10				
Total PeCDD	< 15				
Total HxCDD	< 20				
Total HpCDD	7				
Total PCDD	20				
Total TCDF	17				
Total PeCDF	< 15				
Total HxCDF	< 20				
Total HpCDF	1				
Total PCDF	18				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 25/09/2007 à 14h00		
Analyse par HRGC/HRMS			Le 26/09/2007 à 02h15		

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

ANNEXE 3 : Rapport d'analyses des métaux lourds



**MICROPOLLUANTS
TECHNOLOGIE S.A.**

5, Impasse des Anciens Hauts Fourneaux
ZI du Gasson / BP 80 293
57 108 THIONVILLE CEDEX
Téléphone : 03 82 88 22 90
Télécopie : 03 82 88 22 94
contact@mp-tech.net
www.mp-tech.net

**RAPPORT D'ANALYSES
ENCJ002_MET_R1**

LIG'AIR
Monsieur Olivier PETRIQUE
135, Faubourg Bannier

45000 ORLEANS

Vos références : Echantillon du 18/09/2007

Echantillon reçu le : 18/09/2007

Norme : Méthode interne

Analyse effectuée le : 19-20/09/2007

Technique : ICP/MS

Date	Description	Validé par	Approuvé par
01/10/2007	Rapport final	 Mamoune EL HIMRI Responsable Métaux	 A. HACHIMI Direction

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s) et 0 annexe(s).

MicroPolluants Technologie SA

Page 1 sur 2

ENCJ002_MET_R1

	ENCI023	ENCI024	ENCI025
Référence interne			
Référence externe	Blanc Métaux	S1-07-07-M	N1-07-07-M
Volume traité (mL)	1493	11592	11008
Volume total(mL)	1493	11592	11008
Masse de poussière Insoluble (g)	0,001	0,004	0,005
Masse de poussière soluble (g)	0,272	0,742	0,881
Elements	Partie Insoluble	Partie Insoluble	Partie Insoluble
	Concentration en ng/échantillon		
Cr	111	804,7	381,2
Mn	141,6	5430	3578
Ni	313,5	370,5	383,5
Cu	<125	4668	2468
Zn	430,5	11515	3307
As	<25	86,83	72,55
Cd	<25	<25	<25
Sn	<125	414	148,5
Tl	<125	<125	<125
Pb	140,3	1353	760,8
Hg	<25	<25	<25
Elements	Partie soluble	Partie soluble	Partie soluble
	Concentration en µg/L		
Cr	1,06	<0,5	0,554
Mn	<0,5	<0,5	<0,5
Ni	<0,5	<0,5	<0,5
Cu	<0,5	2,55	2,13
Zn	<1	9,59	2,03
As	0,511	0,153	0,128
Cd	<0,1	<0,1	<0,1
Sn	<0,5	<0,5	<0,5
Tl	<0,5	<0,5	<0,5
Pb	<0,1	<0,1	0,196
Hg	<0,5	<0,5	<0,5

Légende: < Valeur : valeur inférieure à la limite de quantification



MICROPOLLUANTS
TECHNOLOGIE S.A.

5, impasse des Anciens Hauts Fourneaux
ZI du Gassion / BP 80 293
57 108 THIONVILLE CEDEX
Téléphone : 03 82 88 22 90
Télécopie : 03 82 88 22 94
contact@mp-tech.net
www.mp-tech.net

RAPPORT D'ANALYSES
ENCJ009_MET_R1

LIG'AIR
Monsieur C. CHALUMEAU
135, Faubourg Banner

45000 ORLEANS

Vos références : Echantillon du 05/10/2007

Echantillon reçu le : 05/10/2007

Analyse effectuée le : 15-18/10/2007

Norme : NF EN 14902 (X43-026)

Technique : ICP-MS

Nature du filtre : Nitrate de cellulose Quartz Non communiqué Autres :
Solution de minéralisation employée : Mélange d'acide nitrique et de peroxyde d'hydrogène
Conditions de minéralisation : Micro-ondes fermé

Présence de filtre vierge de laboratoire Oui, quantité : Non communiqué
Présence de filtre vierge de terrain Oui, quantité : Non communiqué

Date	Description	Validé par	Approuvé par
25/10/2007	Rapport final	Mamoune EL HIMRI Responsable Métaux	A. HACHIMI Direction

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 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 produits soumis à l'analyse, les
remarques et commentaires n'engagent pas la responsabilité du COFRAC. En C-10/32 - V3 - 22/01/07
MicroPolluants Technologie SA Page 1 sur 2 ENCJ009_MET_R1

Référence interne	ENCJ014	ENCJ015	ENCJ016	ENCJ017	ENCJ018	ENCJ019	ENCJ020	MTXI033 ⁽¹⁾
Référence externe	30-07-SA 09	31-07-SA 10	32-07-SA 11	33-07-SA 12	BLANC SA 02	34-07-SA 13	35-07-SA 14	
Eléments	Concentration en ng/filtre							
	Concentration en ng/blanc							
Cr	170	250,3	256,3	218,1	<125	267,5	330,3	<125
Mn	410,8	671	464,8	273	<125	302	944,3	<125
Ni*	128,5	198,9	229,2	<125	<125	131,4	216,8	<125
Cu	799,3	962,5	706,8	559,3	373	593	811,3	<125
Zn	3258	3630	3153	946,3	417	1524	2908	<250
As*	28,65	61,18	54,38	29,25	<25	46,73	51,58	<25
Cd*	<25	<25	<25	<25	<25	<25	32,38	<25
Sn	<125	158,4	141,5	<125	<125	211,3	205	<125
Tl	<125	<125	<125	<125	<125	<125	<125	<125
Pb*	830	1220	1175	291	119,5	1134	1492	<25
Hg	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25

Légende: < Valeur (caractère simple) ;
< **Valeur** (caractère gras, italique) ;

valeur inférieure à la limite de quantification expérimentale
valeur inférieure à la limite de détection

⁽¹⁾ échantillon de contrôle : réactifs ayant subi le même traitement qu'un échantillon.

* : analyse couverte par l'accréditation.

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

Pour information :

Eléments	LQ (ng/filtre)	LD (ng/filtre)
As*, Cd*, Pb*	25	8
Ni*	125	38