



**HAL**  
open science

## Evaluation de l'impact des PCDD/PCDF contenus dans les MIOM utilisés dans les structures routières

Rabia Badreddine, Ivan Drouadaine, D. Francois

► **To cite this version:**

Rabia Badreddine, Ivan Drouadaine, D. Francois. Evaluation de l'impact des PCDD/PCDF contenus dans les MIOM utilisés dans les structures routières. *Les Techniques de l'Industrie Minérale*, 2005, 28, pp.48-52. ineris-00961898

**HAL Id: ineris-00961898**

**<https://ineris.hal.science/ineris-00961898>**

Submitted on 20 Mar 2014

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Evaluation de l'impact des PCDD/PCDF contenus dans des MIOM utilisés dans des structures routières

<sup>1</sup>R. BADREDDINE, <sup>2</sup>I. DROUADAINE & <sup>3</sup>D. FRANÇOIS

<sup>1</sup>INERIS, DRC/DESP, Parc Technologique Alata B.P. n°2, 60550 VERNEUIL EN HALATTE.

<sup>2</sup>EUROVIA, Centre de Recherche et Développement, 2, Rue Thierry-Sabine, BP. 67 MERIGNAC 33703

<sup>3</sup>Laboratoire Central des Ponts-et-Chaussées, centre de Nantes, Route de Bouaye, BP 4129, 44341 BOUGUENNAIS cedex

## Résumé

En vue de l'évaluation de l'impact des PolyChloroDibenzo-para-Dioxines (PCDD) et des PolyChloroDibenzoFurannes (PCDF) contenus dans les MIOM utilisés en technique routière sur les sols sous-jacents aux structures routières, l'INERIS a réalisé des auscultations de chaussées de conception récente en collaboration avec EUROVIA, et de conception ancienne en collaboration avec le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.

Les résultats ont montré que pour les chaussées de conception récente (entre 2 et 7 ans), les teneurs en PCDD/PCDF dans les MIOM sont faibles. Elles sont comprises entre 7,20 et 20 ng I-TEQ/kg. Pour chaque site, les MIOM peuvent contenir des teneurs en PCDD/PCDF similaires ou présentent une légère hétérogénéité.

Les chaussées de conception ancienne (plus de 20 ans) réalisées avant 1991 ont révélé des teneurs en PCDD/PCDF beaucoup plus élevées, variables selon les sites de 235 à 2160 ng-I-TEQ/kg (MS). Ces teneurs élevées et leur variation sont liées principalement à la pratique en France, avant 1991, qui consistait à ne pas séparer les mâchefers des résidus d'épuration des fumées des usines d'incinération. En effet, une très bonne relation a été établie entre la fraction fine et la teneur en PCDD/PCDF. La fraction la plus enrichie présente une granulométrie comprise entre 0,45 µm et 100 µm.

Les auscultations de chaussées de conception récente et ancienne ont révélé des teneurs faibles en PCDD/PCDF dans les sols sous-jacents (0,5 à 7,20 ng-I-TEQ/kg (MS)). Elles sont de l'ordre de grandeur des teneurs des sols de référence. Ceci traduit un faible transfert des composés PCDD/PCDF des MIOM vers les sols sous-jacents et en conséquence un faible impact sur le milieu environnant.

**Mots clés** : MIOM, PCDD/PCDF, valorisation, technique routière, impact, transfert, sol sous-jacent.

## Introduction

L'incinération avec récupération d'énergie et le stockage dans les centres d'enfouissement technique sont les deux modes de traitement des déchets ménagers et assimilés conformes aux objectifs de la loi **cadre sur les déchets n°75-633** du 15 juillet 1975 codifiée à l'article L541-1 du chapitre 1 du livre V du code de l'environnement, modifiée par la loi n°92-646 du 13 juillet 1992.

La production totale en France d'ordures ménagères est évalué à 24,5 millions de tonnes. L'incinération est la voie d'élimination de 35% de ces ordures. La moitié est destinée au stockage en décharge pour déchets non dangereux de classe II, 7% au compostage et 8% au recyclage (Ademe, BRGM, 2001).

L'incinération génère des résidus de combustion qui sont les Mâchefers d'Incinération d'Ordures Ménagères (MIOM), les cendres sous-chaudières et les cendres volantes. Une tonne d'ordures ménagères génère 250 à 300kg de mâchefers d'incinération.

Les MIOM sont classés selon la circulaire du 9 mai 1994 en trois catégorie :

- 'V' pour Valorisable avec une fraction lixiviable faible ;
- 'M' pour Maturable avec une fraction lixiviable moyenne ;
- 'S' pour Stockable avec un forte fraction lixiviable.

Cette distinction se base sur une mesure de taux d'imbrûlés et d'un test de potentiel polluant selon la norme NF X31-210. La circulaire de 9 mai 1994 définit les seuils auxquels les teneurs des différents métaux (Hg, Pb, Cd, As, Cr hexavalent ) des sulfates, du Carbone Organique Total et de la fraction soluble devront être confrontées pour évaluer le potentiel polluant. Selon des données de l'ADEME, en sortie d'usine d'incinération, 46% des MIOM sont de catégories V, 37% sont de catégorie M et 17% sont de catégorie S. Seuls les MIOM répondant aux critères de la circulaire du 9 mai 1994 peuvent être valorisés.

Le coût élevé du stockage dans les centres d'enfouissement technique pour déchets non dangereux a favorisé la croissance de l'utilisation des MIOM en technique routière, comme produit de substitution aux granulats naturels.

L'article L541-24 du code de l'environnement prévoyait qu'à compter du 1<sup>er</sup> juillet 2002, seuls les déchets ultimes puissent être admis en décharge. La loi incite fortement les producteurs à envisager la valorisation de leurs déchets. Selon cette loi, est réputé ultime, tout déchet qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux.

Les MIOM sont actuellement valorisés en France à hauteur d'environ 1,5 Mt/an. Leurs domaines d'emplois sont :

- En couche de chaussée, où ils sont utilisés en couche de fondation et/ou de base. Les MIOM peuvent être utilisés sous forme non traités, traités au liant hydraulique ou bitumineux.
- En terrassement (Remblais et couche de forme) où ils sont compactés selon des critères géotechniques précis. Ils doivent être protégés par une couverture assurant une réduction de la perméabilité de l'ouvrage. Le remblai est ainsi couvert par une structure de chaussée ou 50 cm au moins de terre végétale.

La valorisation des MIOM doit prendre une place essentielle dans la gestion globalisée de la filière d'incinération, non pas tant par le gisement représenté (la production annuelle de MIOM constitue moins de 2% du tonnage de granulats utilisés en technique routière) que par son importance environnementale et économique. La substitution des granulats est une filière économique viable dans des régions à forte production de mâchefers et où le prix des granulats naturels est élevé par exemple en Ile de France et dans le Nord.

Les composés organiques tels que les PolyChloroDibenzo-para-Dioxines (PCDD) et les PolyChloroDibenzoFurannes (PCDF) ne constituent par un critère de la classification des MIOM. Néanmoins, des études réalisées par l'INERIS ont montré que les MIOM peuvent contenir des quantités variables en PCDD/PCDF et qu'il existe une relation étroite entre l'âge de construction de la chaussée utilisant des MIOM et la teneur en PCDD/PCDF (Badreddine & al. 2003).

### **Description des sites et échantillonnage**

Les auscultations ont concerné deux sites de conception récente (I et II) et 3 sites de conception ancienne A, B et D. La couche de surface des chaussées (sites A à D et II) est constituée de matériaux bitumineux dont l'épaisseur varie de 2 cm à 15 cm. Dans le site I où les MIOM sont utilisés en corps de remblai, la couche de surface est composée de 50 cm de terre végétale.

Dans les sites A à D et II, la couche de base est composée de grave naturelle non traitée (GNT) dont l'épaisseur varie de 10 à 42 cm. Dans le site D, la couche de base est constituée de 30 cm de MIOM. La couche de fondation des sites A, B et II est composée de mâchefers dont l'épaisseur est variable entre 25 et 70 cm. Enfin le site I, dont le corps de remblai est en MIOM, a une épaisseur de 120 cm à l'endroit du prélèvement (Fig. 1).

L'échantillonnage a consisté en le prélèvement des échantillons dans une ou plusieurs tranchées sur chaque site. Seuls les résultats d'une seule tranchée par site sont présentés dans cet article. Le prélèvement pour chaque tranchée a concerné un ou plusieurs échantillons de MIOM selon l'épaisseur de la couche de MIOM et un ou plusieurs échantillons de sol sous-jacents (photo 1). La nature minéralogique des sols sous-jacents est sableuse, limoneuse ou limono-argileuse. L'échantillonnage a été réalisé à l'aide d'une pelle mécanique et/ou par carottage (photos 2 et 3).

### **PCDD/PCDF des MIOM utilisés dans des chaussées de conception récente**

La composition en PCDD/PCDF des Mâchefers d'Incineration d'Ordures Ménagères utilisés en construction routière est différente selon le site étudié. Les teneurs en PCDD/PCDF sont comprises entre 7,20 et 20 ng I-TEQ/kg (Tableau 2). Ces teneurs sont inférieures aux teneurs des MIOM issus d'incinérateur de conception récente en France, en moyenne de 9 ng I-TEQ/kg MS avec une fourchette allant de 4 à 21 ng I-TEQ/kg de MS (Damien, 1997).

La teneur en PCDD/PCDF du sol avoisinant pris comme référence est faible, il varie de 0,70 à 1,10 ng I-TEQ/kg MS (Tableau 1). Ces valeurs entrent dans la gamme des teneurs des sols de références déterminées par l'INERIS sur différents sites (Badreddine et al., 2003).

Par ailleurs, dans les deux sites étudiés, les teneurs en PCDD/PCDF des sols sous-jacents sont faibles. Elles sont comprises entre 0,50 et 1,90 ng I-TEQ/kg (Tableau 3). Dans certains cas, ces teneurs sont faibles même par rapport à celle de l'échantillon de référence prélevé hors influence de MIOM. Pour les deux sites étudiés I et II, les valeurs obtenues sont largement inférieures à celles trouvées lors d'une étude réalisée par l'INERIS (Bartet, 2001) : 13,4 ng I-TEQ/kg pour un sol urbain et 4,1 ng I-TEQ/kg pour un sol rural.

## **PCDD/PCDF des MIOM utilisés dans des chaussées anciennes**

Dans les sites étudiés, les teneurs en PCDD/PCDF montrent une dispersion des valeurs d'un site à l'autre. Les valeurs varient d'un minimum de 227 ng I-TEQ/kg MS à un maximum de 2160 ng I-TEQ/kg MS. Cette dispersion est liée à l'hétérogénéité des MIOM utilisés dans les différents sites mais également sur un même site. Une comparaison par rapport aux teneurs en PCDD/PCDF enregistrés dans les MIOM utilisés aux USA par exemple, 106 à 466 ng I-TEQ/kg MS (McKay, 2002) montrent que ces teneurs sont élevées.

La prévention de l'impact des PCDD/PCDF contenus dans les MIOM est encadrée par l'arrêté du 25 janvier 1991 relatif aux installations d'incinération de résidus urbains, stipulant que les résidus d'épuration des fumées et les mâchefers doivent être stockés séparément et déposés sur une aire, ou dans un réceptacle étanche, permettant la collecte de l'eau d'égouttage et de l'eau de lavage par la pluie. De même, l'arrêté préconise que les résidus de l'épuration des fumées, même prétraités ne doivent en aucun cas être mélangés avec des résidus urbains. Des efforts ont été également déployés pour la séparation des mâchefers et des cendres volantes, ces dernières contenant les quantités les plus importantes en PCDD/PCDF.

## **Transfert du PCDD/PCDF des MIOM vers les sols sous-jacents**

La simulation du transfert a été réalisée en laboratoire par la réalisation d'un essai de lixiviation selon la norme NF EN 12457. L'éluat obtenu montre de très faibles teneurs en PCDD/PCDF qui ne dépassent pas 4 ng I-TEQ/kg MS. L'éluat analysé est filtré sur une membrane présentant une porosité de 0,45 µm. L'absence de PCDD/PCDF dans l'éluat est attribuée à la présence de composés PCDD/PCDF dans des particules dont la taille est supérieure à 0,45 µm. En effet, les composés PCDD/PCDF présentent une faible solubilité et une tendance à une forte adsorption sur les surfaces des particules (McKay, 2002). La détermination des teneurs en PCDD/PCDF des différentes fractions granulométriques ont révélé un enrichissement en PCDD/PCDF de la fraction dont la taille des particules est inférieure à 100 µm (7610 ng I-TEQ/kg).

## **Conclusions**

Les auscultations réalisées dans différents ouvrages routiers répartis dans différentes régions de France ont révélé une variation des teneurs en PCDD/PCDF selon l'âge de la construction de ces ouvrages.

Les teneurs en PCDD/PCDF des ouvrages contenant des MIOM en sous couche routière et construit entre 1998 et 2002 sont faibles. Elles varient selon le site considéré de 7,20 à 20,4 ng-I-TEQ/kg MS. Les teneurs en PCDD/PCDF des MIOM utilisés dans des ouvrages dont l'âge est supérieur à 20 ans sont élevées. Elles sont variables de 227 à 2160 ng-I-TEQ/kg MS.

Les teneurs en PCDD/PCDF des sols sous-jacents au MIOM utilisés en sous couche routière aussi bien pour les sites anciens que récents sont faibles. Elles varient entre 0,5 et 7,23 ng-I-TEQ/kg MS. Ces faibles teneurs sont de l'ordre de grandeur des sols de références échantillonnés hors de l'influence des MIOM.

Selon les données de cette étude, les MIOM valorisés en sous couche routière issus des incinérateurs de conception récente présentent un faible impact pour le milieu environnant. Ce faible impact est observé également pour les chaussées dont la construction date d'avant 1991 et qui contiennent des MIOM dont les teneur en dioxines/furanes sont beaucoup plus élevées.

## Références

ADEME, BRGM, 2001, Quel avenir pour les MIOM ?, premier colloque sur le sujet organisé par l'ADEME et le BRGM, BRGM d'Orléans, 16, 17, 18 octobre 2001.

AFNOR (2002) : standard NF EN 12457-2 : lixiviation –Essai de conformité pour la lixiviation des déchets fragmentés et des boues : essai en bûchée unique avec un rapport liquide-solide de 10l/kg pour des matériaux de granularité inférieure à 4mm (indice de classement X30-402).

AFNOR (1998): standard NF 31-210 relative aux Déchets : Essai de lixiviation.

Badreddine R. Bartet B, François D. Pepin G. (2003) Impact sur les sols des dioxines de MIOM utilisés en technique routière. *Déchets Science et Techniques*

Bartet B. (2001) Caractérisation des Mâchefers d'incinération d'ordures ménagères. Possibilités de transfert de dioxines vers l'environnement. (Rapport intermédiaire MATE-DPPR-SDPD) 15p

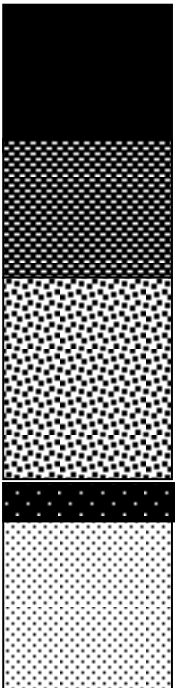
Circulaire (9 may 1994) relative à la valorisation des mâchefers d'incinération de résidus urbains en techniques routières. DPPR/SEI/BPSIED/FC/FC n°94-IV-1, MEDD.

Damien A. (1997) Etude des caractéristiques intrinsèques de certains déchets des usines d'incinération d'ordures ménagères et de déchets industriels spéciaux. Ministère de l'Environnement / DPPR – TIRU.

MCKAY G. (2002) Dioxin characterisation, formation and minimisation during municipal solid waste (MSW) incineration: review. *Chemical Engineering Journal* 86 343-368.

Arrêté (25 janvier 1991) relatif aux installations d'incinération de résidus urbains.

Figure 1 : Description des sites



	Site A	Site B	Site D	Site I	Site II
<b>Couche de surface</b>	4 cm enrobés bitumineux	15 cm enrobés bitumineux	2 cm enduit gravillonné	Terre végétale 50 cm	Enrobés 6 cm
<b>Couche de base</b>	10 cm	22 cm	30 cm MIOM	MIOM Remblai latéral 120 cm	Grave non traitée 30 cm
<b>Couche de fondation</b>	70 cm MIOM	25 cm MIOM	-	-	MIOM 60 cm
<b>Géotextile</b>			+	-	+
<b>Sol sous-jacent</b>	Sable	Limon-argile	Limon	Limon	limon

Tableau 1 : Teneur en PCDD/PCDF des sols de référence

	Echantillons	Profondeur (cm)	PCDD/PCDF (ng I-TEQ/Kg)
Site I	Limon	0-50	0,72
Site A	Sable	20-40	0,70
Site B	Limon-argile	0-20	1,10

Tableau 2 : Teneur en PCDD/PCDF des MIOM

	Tranchée	Profondeur (cm)	PCDD/PCDF (ng I-TEQ/Kg)
Chaussée récente			
Site I	T1	0-30	7,20
Site II	TI	0-60	20,4
Chaussée ancienne			
Site A	TII	45-65	227
Site B	TI	35-60	721
Site D	TIII	10-30	2160



Tableau 3 : Teneur en PCDD/PCDF des sols sous-jacents

	Tranchée	Profondeur (cm)	PCDD/PCDF (ng I-TEQ/Kg)
Site I	T1	0-40	0,50
	TII	0-40	0,44
Site II	TI	0-40	1,08
	TI	40-80	1,90
Site A	TII	29-35	2,98
	TII	85-90	2,24
	TII	95-105	1,31
Site B	TI	60-70	7,23
	TI	70-80	0,57
Site D	TIII	0-5	2,22



Photo 1 : Interface entre la couche de MIOM et le sol sous-jacent



Photo 2 : Réalisation d'une tranchée à l'aide de la pelle mécanique



Photo 3 : Echantillonnage de sol sous-jacent par carottage dans une tranchée

