



INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES

**CARACTERISATION DES MACHEFERS
D'INCINERATION D'ORDURES MENAGERES**

**Etude expérimentale de l'impact des dioxines
sur l'environnement**

Programme « Déchets industriels » DRC 01

Rapport final

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de
l'Environnement

C. BRAZILLET – R. BADREDDINE

G. PEPIN

Responsable du projet

*Unité Déchets et Sites Pollués
Direction des Risques Chroniques*

Janvier 2002

CARACTERISATION DES MACHEFERS D'INCINERATION D'ORDURES MENAGERES

Etude expérimentale de l'impact des dioxines sur l'environnement

Programme « Déchets industriels » DRC 01

Rapport final

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de
l'Environnement

C. BRAZILLET – R. BADREDDINE

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Rabia BADREDDINE Claire BRAZILLET	Guillaume PEPIN	Hafid BAROUDI
Qualité	Ingénieurs à l'Unité Déchets et Sites Pollués	Ingénieur à l'Unité Déchets et Sites Pollués	Responsable de l'Unité Déchets et Sites Pollués
Visa			

TABLE DES MATIERES

1. RESUME	3
2. INTRODUCTION	4
3. PROGRAMME EXPERIMENTAL	5
3.1 CHOIX DES SITES.....	5
3.2 METHODES D'ECHANTILLONNAGE.....	5
3.3 METHODES D'ANALYSES	6
4. CAMPAGNE D'AUSCULTATION DES CHAUSSEES ET RESULTATS	6
4.1 LA TESTE.....	6
4.2 LE MANS.....	9
4.3 RONCHIN.....	11
4.4 VIRY-CHATILLON.....	13
4.5 HEROUVILLE.....	14
5. DISCUSSION	16
6. CONCLUSION	17
7. PERSPECTIVES	18
8. REFERENCES	19

1. RESUME

La réglementation autorisant l'utilisation des Mâchefers d'Incineration d'Ordures Ménagères en sous-couche routière date du 9 mai 1994. Cette circulaire ne prévoit pas la quantification des dioxines que ce soit en teneur dans la matrice ou sur les éluats. Une première étude réalisée par l'INERIS avait montré une faible teneur en dioxine dans les MIOM et leur faible transfert en milieu environnant. Afin de vérifier les hypothèses théoriques formulées lors de cette étude, une étude expérimentale a consisté en l'auscultation de différents ouvrages utilisant les MIOM dans leur structure. Les différents résultats ont permis la distinction entre les MIOM utilisés dans les structures anciennes, relativement plus riches en dioxines et les MIOM utilisés dans les structures récentes et qui présentent des teneurs faibles en dioxines. L'utilisation de MIOM, même présentant des teneurs significatives en dioxines, n'engendre pas un impact négatif sur l'environnement en raison du mode de transfert de ces substances.

2. INTRODUCTION

L'incinération des déchets et en particulier des ordures ménagères (OM) et des déchets assimilés constitue en France un mode de traitement majeur. Cette opération qui permet une réduction très conséquente des volumes de déchets et, dans de nombreuses installations, une récupération d'énergie, génère des déchets secondaires : d'une part les "Résidus d'Épuration des Fumées d'Incinération d'Ordures Ménagères" (REFIOM) et d'autre part les "Mâchefers d'Incinération d'Ordures Ménagères" (MIOM). Les mâchefers représentent en moyenne 25 à 30% en poids des ordures ménagères et 10% de leur volume (Amokrane et al. 1998). Ces MIOM, d'environ 3 millions de tonnes par an, peuvent en fonction de leurs caractéristiques être éliminés dans des centres de stockage de déchets de classe II ou valorisés en travaux publics sous des conditions définies dans le cadre de la circulaire du 9 mai 1994 du Ministère de l'Environnement. Selon cette circulaire, le potentiel polluant des mâchefers est déterminé par le test de lixiviation normalisé (NF X31-210). Ce test fixe la limite de valorisation en technique routière en classant les mâchefers dans les catégories S (stockable), M (maturable) ou V (valorisable). Les MIOM valorisables sont utilisés en substitution aux graves naturelles traditionnellement employés dans le corps de la chaussée. Des études ont montré que les mâchefers présentent des propriétés géotechniques adéquates pour leur utilisation en travaux publics. En parallèle de leurs qualités géotechniques, différents travaux de recherche se sont orientés vers l'évaluation de l'impact des mâchefers sur l'environnement : sol environnant et les nappes phréatiques. Dans ce contexte, les données sur les teneurs en dioxines dans les MIOM en France, pour des incinérateurs de conception récente, présentent en moyenne des valeurs très faibles (9,2 ng I-TEQ/kg) avec une fourchette allant de 4 à 20,6 (Damien, 1997). Des analyses réalisées par l'INERIS sur des MIOM de provenances différentes donnent des valeurs comprises entre 4,6 et 11,3 ng I-TEQ/kg de matière sèche. Bartet (2001) a comparé d'une part, des données bibliographiques et des résultats de campagnes d'analyses sur MIOM et d'autre part, il s'est intéressé à l'environnement immédiat de la mise en œuvre des MIOM (eaux d'égouttages de plate-forme de maturation, percolats d'ouvrages instrumentés). Sur la base de ces travaux, les hypothèses suivantes ont été émises :

- les MIOM de bonne qualité ne constituent pas un apport significatif de dioxines par rapport au fond ambiant ;
- Le transfert de dioxines des mâchefers ne peut se produire que sous forme de particules d'un diamètre supérieur à 0,45µm.

En continuité avec cette première étude, le présent travail se propose de réaliser des prélèvements à proximité d'ouvrages et sous des structures contenant des MIOM mises en place à différentes périodes et de les analyser afin de déterminer leur teneur en dioxines et de vérifier les hypothèses émises concernant la faible teneur en dioxines dans les MIOM et leur mécanisme de transfert vers le milieu naturel.

3. PROGRAMME EXPERIMENTAL

3.1 CHOIX DES SITES

L'utilisation des Mâchefers d'Incineration d'Ordures Ménagères n'a été réglementé par le Ministère de l'Environnement que depuis le 9 mai 1994. Cependant, plusieurs ouvrages ont utilisé des MIOM dans leur construction avant cette date. Afin de valider les hypothèses émises par Bartet (2001), nous avons jugé pertinent de réaliser une série de campagne d'auscultation de chaussées anciennes et d'autres plus récentes réalisées à base de MIOM. Les sites choisis et les critères de sélection sont résumés dans le Tableau 1.

SITES	CARACTERISTIQUES			
	Age (ans)	Géotextile,(Gt) ou Géomembrane (Gm)	Sol sous-jacent	Nature des MIOM
LA TESTE	+20	Absente	Sable	Non traité
LE MANS	+20	Absente	Limon	Non traité
RONCHIN	5	Présente (Gt)	Limon	Non traité
HEROUVILLE	5	Présente (Gm)		Traité par liant hydraulique
VIRY-CHATILLON	5	Absente	Limon	Traité par liant hydraulique

Tableau 1 : Les différents critères utilisés pour le choix des sites

3.2 METHODES D'ECHANTILLONNAGE

L'échantillonnage est réalisé en collaboration d'une part avec le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC) pour les sites La TESTE, Le MANS et RONCHIN et d'autre part, avec la société JEAN LEFEVRE pour les sites HEROUVILLE et VIRY-CHATILLON.

L'inspection des sites La TESTE et le MANS a été effectuée sur des tranchées réalisées à la pelle mécanique dans la chaussée jusqu'au toit de la couche de mâchefers. A cause de fortes incertitudes sur l'épaisseur réelle des couches de mâchefers, le matériau a été extrait par couches de 20 cm d'épaisseur jusqu'au sol sous-jacent. Pour avoir des échantillons de référence du sol hors influence de mâchefers, différents échantillons ont été prélevés à l'aide d'une tarière jusqu'à une profondeur au moins équivalente à celle sous les tranchées.

Pour le site de RONCHIN, deux fenêtres de 1m de côté ont été pratiquées dans la chaussée, à l'aide d'un marteau-piqueur, de pelles et de pioches. Les prélèvements ont été réalisés au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Pour le site de VIRY-CHATILLON, les échantillons ont été fournis sous forme de carottes de 10 cm de diamètre.

3.3 METHODES D'ANALYSES

Les analyses ont porté sur la détermination des teneurs en Poly-Chloro-Dibenzo-Dioxines (PCDD) et en Poly-Chloro-Dibenzo-Furannes (PCDF). Ces analyses sont réalisées par le laboratoire GfmbH de Münster (Allemagne). Le traitement préalable habituel a été appliqué à l'ensemble des échantillons. Chaque échantillon est pesé, séché, concassé puis tamisé pour avoir la fraction inférieure à 10 mm, homogénéisé et ensuite partagé à l'aide d'un diviseur à lame.

La préparation des échantillons destinés pour cette analyse nécessite au préalable un traitement acide pour détruire les éléments inorganiques. La méthode consiste en une extraction des composés à doser dans les échantillons, suivie de plusieurs étapes de purification par chromatographie sur colonnes remplies de différents absorbants associés à des systèmes de solvant à force éluante variable. Les extraits purifiés sont concentrés jusqu'à un volume minimum et repris par une solution d'étalons internes dans quelques dizaines de microlitres d'un solvant compatible avec l'analyse par chromatographie en phase gazeuse de haute résolution associée à la spectrométrie de masse à haute résolution (HRGC-HRMS).

L'analyse de PCDD/PCDF est réalisée par couplage de la chromatographie gazeuse de haute résolution et de la spectrométrie de masse de haute résolution (HRGC/HRMS). L'analyse quantitative des PCDD et PCDF consiste en la mesure des 17 congénères toxiques. Pour cela, les interférences provenant des congénères non toxiques (193) mais aussi d'autres familles de composés présentes dans les échantillons (Polychlorobiphényles (PCBs), Polychloroterphényles (PCTs), Polychlorodiphényl éthers (PCDPEs), Polychloronaphtalènes (PCNs)) sont éliminés.

4. CAMPAGNE D'AUSCULTATION DES CHAUSSEES ET RESULTATS

4.1 LA TESTE

Description de la chaussée

La chaussée forme un anneau de 320 m de long et de 7 m de large. Il s'agit de la voie d'accès de l'usine d'incinération du district (District Sud Bassin). La structure avait été revêtue d'une couche de béton bitumineux en 1995. La chaussée est construite sur un sol de nature sableuse.

Description des MIOM

Les mâchefers y ont été mis en œuvre en couche de fondation en 1976 et en tant que grave non traitée. La couche de MIOM est supposée avoir 40 cm d'épaisseur (François et al. 1999). La distribution granulométrique des MIOM correspond à la courbe d'une grave non traitée 0/31,5 mm de la norme NF P 98-129, avec seulement un léger excès d'éléments grossiers. Excepté un criblage grossier destiné à éliminer les plus gros éléments immédiatement après l'incinération, il y a 20 ans, les mâchefers n'ont subi aucune préparation avant leur utilisation. Le fer n'était pas retiré. La proportion de fines (moins de 80µm) pour l'échantillon prélevé dans la tranchée I est de 3,7%. Pour la tranchée 2, elle est de 4,5% (François et al. 1999).

Plan d'échantillonnage

Deux tranchées ont été réalisées à la pelle mécanique au cœur de la chaussée. Les échantillons A sont prélevés dans la tranchée I alors que les échantillons B proviennent de la tranchée II. Afin d'évaluer l'éventuelle contamination du sol par les dioxines contenus dans les MIOM, le sol sous-jacent est également échantillonné à différentes profondeurs. Pour avoir un état de référence du sol hors influence des mâchefers, et d'apprécier plus précisément la pollution apportée, différents échantillons du sol témoin sont prélevés (Figs. 1, 2).

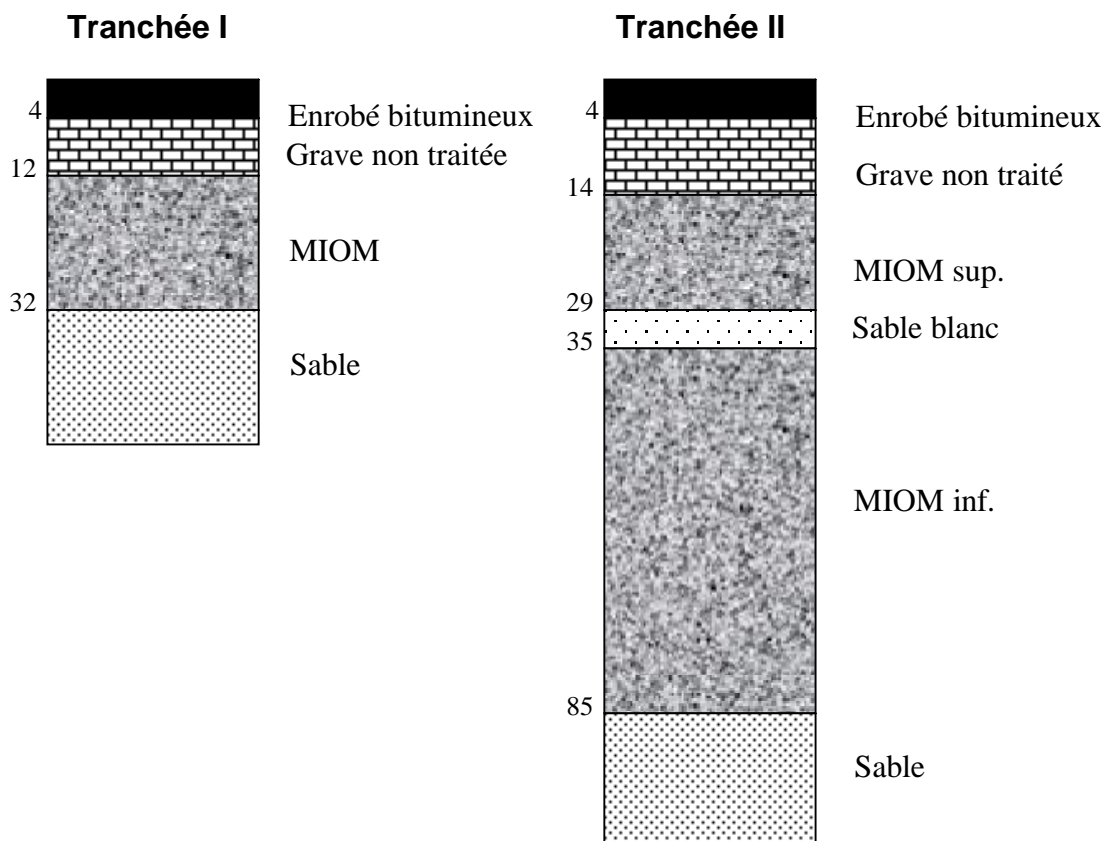


Figure 1 : Composition des tranchées réalisées dans le site de la TESTE
(les profondeurs sont en cm).

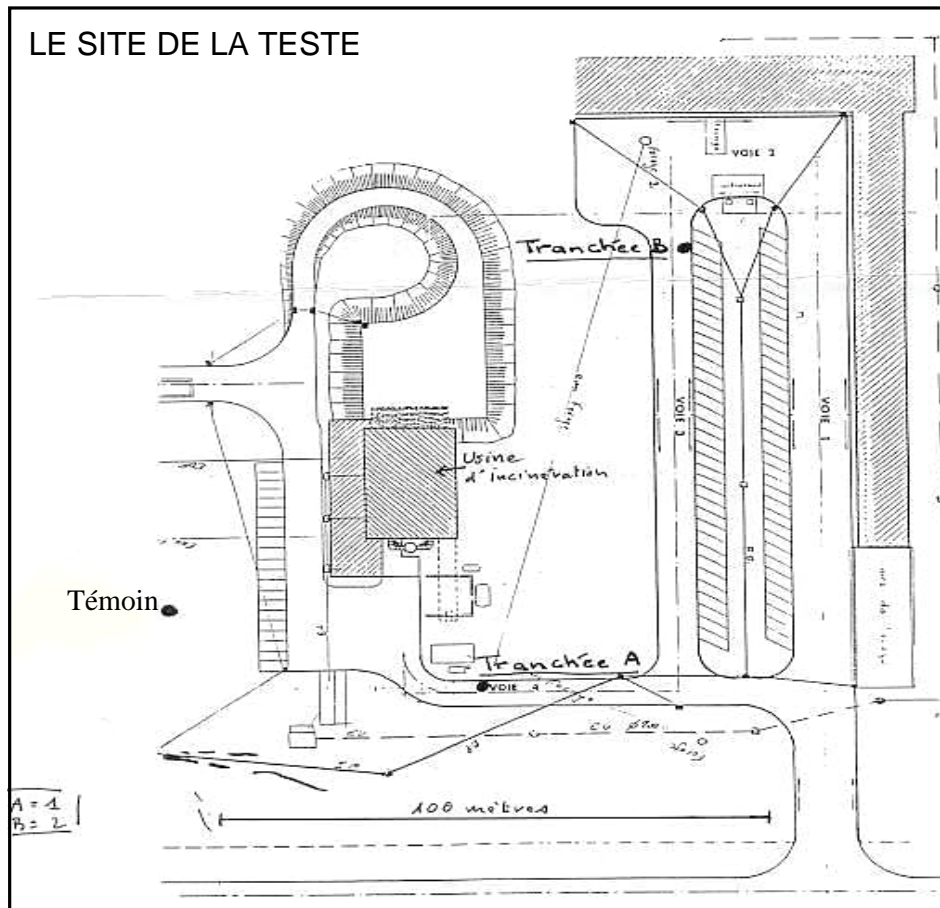


Figure 2 : Plan d'échantillonnage dans le site de la TESTE

Résultats

Le tableau 2 présente les résultats d'analyses des différents échantillons prélevés. Les échantillons témoins prélevés à différentes profondeurs contiennent des teneurs très faibles et variables en dioxine. Les teneurs de trois entre eux ne dépassent pas 1 ng I-TEQ/kg alors que l'échantillon prélevé en surface en contient 9,45 ng I-TEQ/kg. L'Usine d'Incineration d'Ordures Ménagères (UIOM) se trouve à proximité immédiate de la chaussée. La teneur élevée de l'échantillon prélevé près de la surface pourrait s'expliquer par une contamination de ce sol par les poussières provenant de l'UIOM.

Les MIOM prélevés dans la tranchée I ont des teneurs en dioxines de 14 ng I-TEQ/kg légèrement supérieures à la teneur moyenne du MIOM en France (9,2 ng I-TEQ/kg avec une fourchette allant de 4 à 20,6 (Damien, 1997)). Les différents échantillons de sables analysés en dessous des MIOM présentent des teneurs variables selon la profondeur. L'échantillon le plus profond présente une teneur anormale en dioxines ne pouvant être expliquée par un simple transfert de MIOM sus-jacent (Tableau 2). On peut émettre l'hypothèse de contamination de sables lors de la mise en place.

Les MIOM prélevés dans la tranchée II présentent des teneurs variables en dioxines selon les profondeurs. L'échantillon collecté entre 45 et 65 cm contient jusqu'à 227 ng I-TEQ/kg de dioxines. Les échantillons de sables situés juste en dessous des couches de MIOM semblent peu contaminés par la dioxine.

	ECHANTILLONS	PROFONDEUR (cm)	PCDD/PCDF (ng I-TEQ/kg)
	T1	0 – 20	9,45
	T2	20 – 40	0,67
	T3	40 - 60	0,36
	T4	80 - 95	0,30
TRANCHEE I	MIOM (A1)	12 - 24	14
	Sable (A2)	32 - 37	1,35
	Sable (A3)	37 - 42	0,74
	Sable (A4)	42 - 52	24,8
TRANCHEE II	MIOM sup. (B1)	14 - 29	35,7
	Sable blanc (B2)	29 - 35	2,98
	MIOM inf. (B3)	35 - 45	78,7
	MIOM inf. (B4)	45 - 65	227
	MIOM inf. (B5)	65 - 85	63,2
	Sable. (B6)	85 - 90	2,24
	Sable (B8)	95 - 105	1,31

Tableau 2 : Les teneurs en PCDD/PCDF des différents échantillons prélevés dans les tranchées I et II de la TESTE.

4.2 LE MANS

Description de la chaussée

La chaussée est de 430 m de long et de 10 m de large. Il s'agit d'une chaussée urbaine construite sur un sol de nature limoneuse. Elle a reçu une couche d'enrobé bitumineux en 1997.

Description des MIOM

Les mâchefers ont été utilisés en couche de fondation en 1978 en tant que grave non traitée. La couche de MIOM est supposée avoir 30 cm d'épaisseur. Les Mâchefers ont une bonne distribution granulométrique et correspondent à celle d'une grave non traitée 0/20mm selon la norme NF P 98-129, avec toutefois un léger excès de particules fines. Le matériau n'a subi qu'un criblage et le fer n'a pas été retiré. La proportion de fines est de 11% (François et al. 1999).

Plan d'échantillonnage

L'échantillonnage, sur une tranchée, a concerné deux échantillons témoins, un échantillon de MIOM et deux échantillons du sol sous-jacents (Figs. 3, 4).

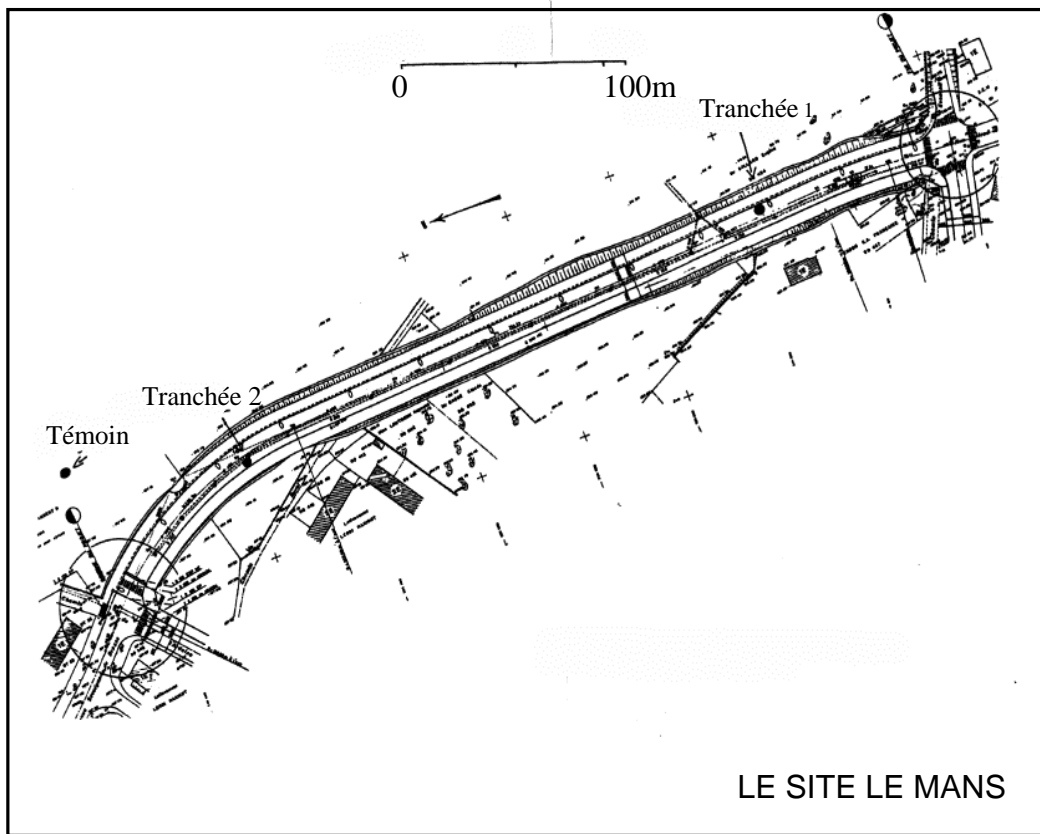


Figure 3 : Plan d'échantillonnage Dans le site LE MANS

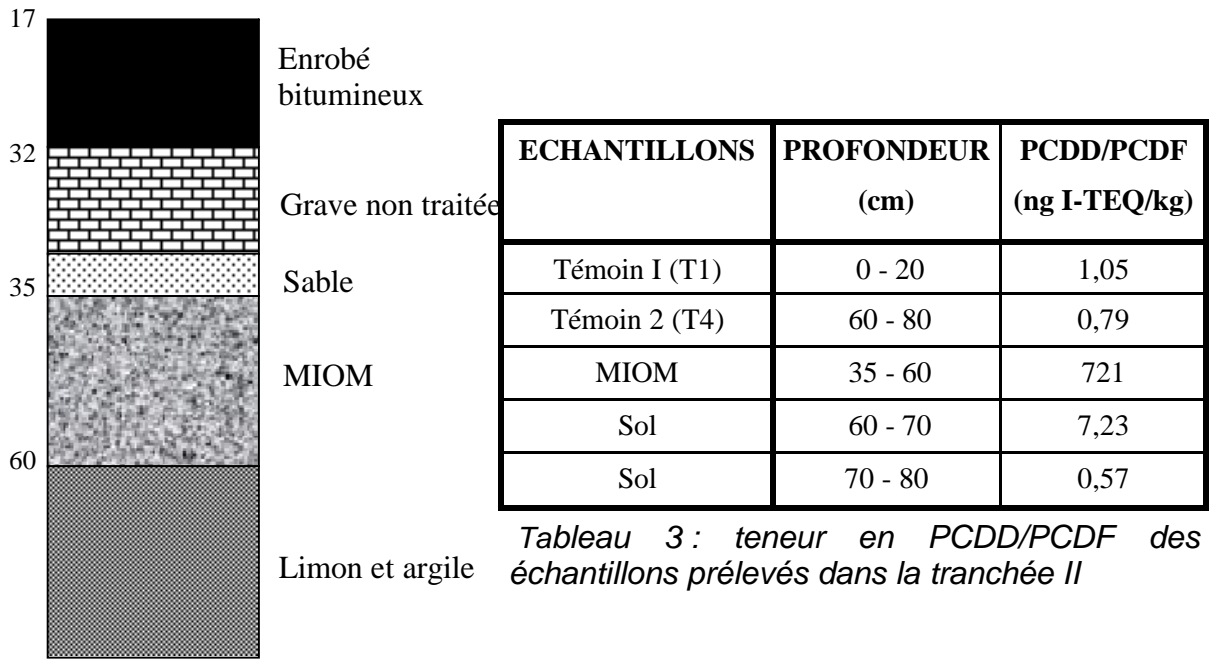


Figure 4 : La nature des différentes couches de la tranchée prospectée (les profondeurs sont exprimées en cm)

Résultats

Les mâchefers, utilisés dans cette ancienne chaussée, révèlent des teneurs relativement élevées en dioxine, de l'ordre de 721 ng I-TEQ/kg (Tableau 3). Le sol témoin présente de très faibles teneurs en dioxine. Les analyses effectuées sur le sol sous-jacent de nature limoneuse et argileuse montrent des teneurs qui restent faibles relativement à la teneur en dioxine des mâchefers utilisés dans le site le MANS.

4.3 RONCHIN

Description de la chaussée

Il s'agit d'une structure renforcée construite depuis 5 ans. De la surface en profondeur, on distingue une couche de 8 cm d'épaisseur d'enrobé, deux couches de 20 cm chacune, de graves laitiers et de cendres volantes et une couche de MIOM. La chaussée est construite sur un sol limoneux.

Description des MIOM

La couche de MIOM est de 38 cm d'épaisseur.

Plan d'échantillonnage

L'échantillonnage a concerné deux zones : Une tranchée d'1m de profondeur réalisée dans la chaussée et une tranchée à quelques dizaines de mètres à l'extérieur de la chaussée où un sol témoin a été prélevé (Fig. 5). L'échantillonnage a concerné également un géotextile posé en dessous de la couche de mâchefer pour tester sa «perméabilité» à la dioxine (Fig. 6). Il s'agit d'un géotextile non tissé fabriqué à base de polypropylène.

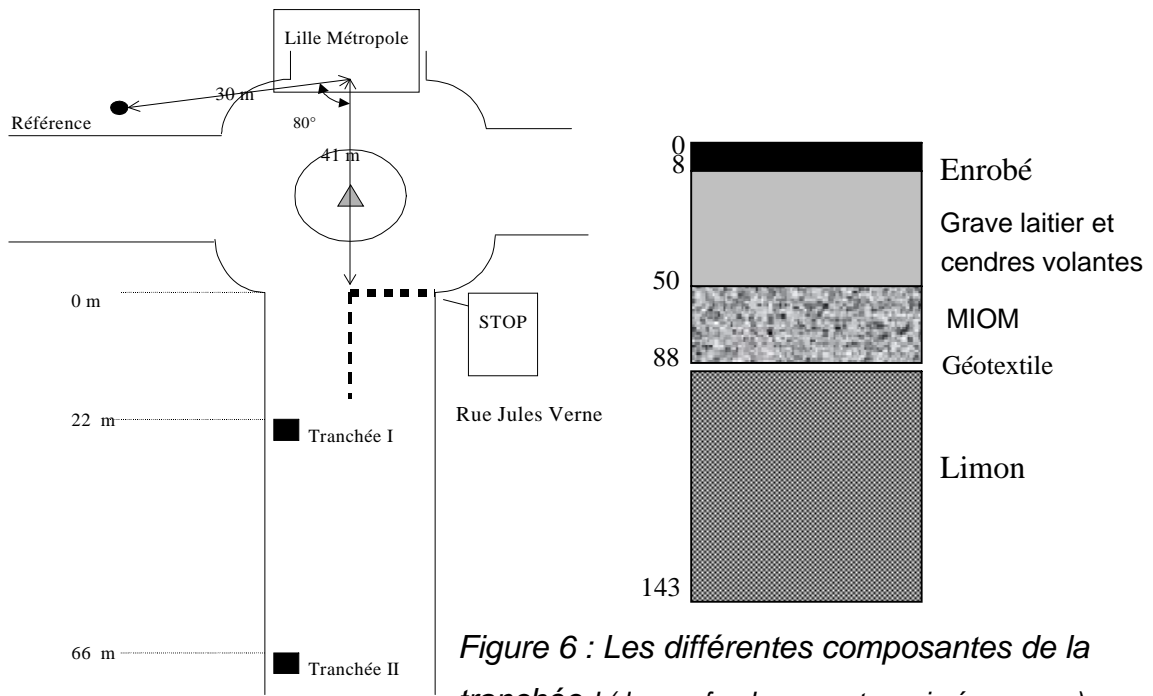


Figure 6 : Les différentes composantes de la tranchée I (les profondeurs sont exprimées en cm)

Figure 5 : Plan d'échantillonnage de la chaussée de RONCHIN

Résultats

Les analyses effectuées sur les mâchefers utilisés dans la chaussée de RONCHIN montrent des teneurs élevées en dioxine (235ng-I-TEQ/Kg) (Tableau 4). Cette teneur est beaucoup plus élevée que la teneur moyenne estimée des MIOM utilisés en France (Bartet 2001) et qui est de l'ordre 9 ng I-TEQ/kg. Par ailleurs, des études ont montré que les cendres sous chaudières sont riches en dioxines (Damien 1997). Les teneurs élevées permettent de supposer que le MIOM valorisé est un mélange de MIOM et de cendres sous chaudières.

Comme l'illustre la figure 6, un géotextile est utilisé sous la couche de MIOM. La teneur en dioxine de ce géotextile s'est révélée relativement assez élevée. D'autre part, l'analyse du sol témoin ainsi que le sol sous-jacent, de nature limoneuse montre des teneurs très faibles en dioxines comprises entre 0,48 et 2,87 ng I-TEQ/kg.

ECHANTILLONS	PROFONDEUR (cm)	PCDD/PCDF (ng I-TEQ/kg)
Sol témoin 1	0 – 5	5,40
Sol témoin 2	5 – 15	6,49
Graves		0,60
MIOM	50 - 88	235
Géotextile		175
Sol 3	88 - 93	2,87
Sol 4	93 – 103	1,99
Sol T(B6)	80 - 106	0,48

Tableau 4 : Teneur en PCDD/PCDF des échantillons prélevés dans le site de RONCHIN.

4.4 VIRY-CHATILLON

Description de la chaussée

La chaussée est constituée d'une couche de 5 cm d'épaisseur de grave bitumineux, superposée à une couche de laitier de 45 cm d'épaisseur et une couche de mâchefers. Le sol sous-jacent est de nature limoneuse.

Description des MIOM

Les MIOM traités dans la plate-forme IME (Installation Mâturation-Elaboration) de SAINT-OUEN-L'AUMONE sont de la gamme SCORMAT. Ils se présentent comme un matériau sombre comportant des éléments de grosse taille. Après une maturation, de trois à six mois suivant leur qualité, les MIOM sont repris dans une installation de traitement physique pour être calibrés sous forme d'une grave 0/20 mm et épurés des métaux ferreux et non ferreux, ainsi que des imbrûlés légers. Les MIOM utilisés dans la chaussée de VIRY-CHATILLON est un SCORCIM C. Ils dérivent d'un SCORGRAVE (MIOM respectant les conditions de valorisation en techniques routière figurant dans la circulaire du 9 mai 1994) ayant subi une étape de traitement supplémentaire au liant hydraulique spécifique (environ 7% de liant et d'additifs) à la centrale de malaxage (Drouadaine & Osvald, 2001).

Plan d'échantillonnage

Deux échantillons ont été prélevés dans la chaussée : un échantillon du MIOM du type SCORCIM C et un échantillon de limon sous-jacent. Ce dernier est prélevé entre 0 - 25 cm.

ECHANTILLON	PROFONDEUR (cm)	PCDD/PCDF (ng I-TEQ/kg)
SCORCIM C		9,01
Limon sous SCORCIM C	0 - 25	4,40

Tableau 5 : Teneur en PCDD/PCDF du SCROCIM C et du sol sous-jacent

Résultats

L'analyse de l'échantillon SCORCIM C prélevé dans la chaussée à VIRY-CHATILLON révèle une teneur en dioxine de 9,01 ng I-TEQ/kg, proche de la teneur moyenne des MIOM en France. Par ailleurs, l'échantillon du sol sous-jacent analysé présente une teneur de 4,40 ng I-TEQ/kg (Tableau 5).

4.5 HEROUVILLE

Description du site

A l'occasion de la construction d'un nouveau giratoire sur la commune d'HEROUVILLE, la société Paridu Letourneur (SPL) a réalisé cinq lysimètres pour l'étude du comportement des produits à base de MIOM élaborés par SPL sur une durée d'environ 3 ans. Les lysimètres sont situés sur une voie de désenclavement du giratoire et ont une surface de 80 m² chacun. La structure des lysimètres reproduit une composition routière classique avec une faible épaisseur de matériaux bitumineux en surface pour limiter volontairement l'imperméabilisation. SPL a réalisé un suivi comparatif sur quatre plots de mâchefers traités au liant hydraulique, hydrocarboné ou non traité et un plot témoin en grave calcaire. Trois de ces plots sont présentés dans la figure 7.

Description des MIOM

Les MIOM sont des SCORCIM C, les mêmes que ceux utilisés dans la chaussée VIRY-CHATILLON dont la description figure dans la section précédente. La couche de MIOM est déposée sur une double membrane de bentonite et de bitume.

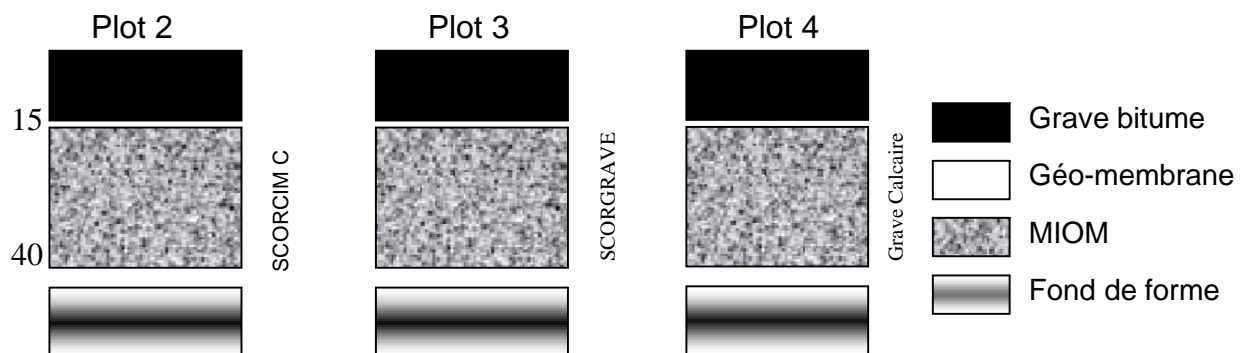


Figure 7 : La composition des 3 des 5 plots du site expérimental d'HEROUVILLE. (les profondeurs sont en cm).

Plan d'échantillonnage

Six échantillons ont été prélevés de part et d'autre des plots 2, 3 et 4. Trois échantillons sont collectés du côté champ et trois échantillons du côté rond-point. A partir de ces 6 échantillons, deux échantillons composites moyens ont été analysés. L'analyse a concerné également un échantillon de mâchefer de type SCORCIM C.

Résultats

L'analyse du MIOM stabilisé par liant hydraulique et utilisé dans le site expérimental d'HEROUVILLE montre des teneurs de l'ordre de 9,01 ng I-TEQ/kg qui sont dans la moyenne des MIOM utilisées en France. L'analyse des échantillons, prélevés à proximité des plots pour tester un éventuel transfert latéral des dioxines des MIOM utilisés, révèle également des teneurs faibles en dioxines (Tableau 6).

ECHANTILLONS	PROFONDEUR (cm)	PCDD/PCDF (ng I-TEQ/kg)
Echantillon côté rond point	10	2,31
Echantillon côté champ	10	1,78
MIOM	15 - 40	9,01

*Tableau 6 : Teneur en PCDD/PCDF des échantillons prélevés
dans le site d'HEROUVILLE*

5. DISCUSSION

La campagne d'échantillonnage réalisée sur des Mâchefers d'Incineration d'Ordures Ménagères réutilisés dans différentes chaussées du territoire français a révélé des teneurs variables en dioxines. Dans les chaussées anciennes dont la construction date de plus de vingt ans, les MIOM révèlent des teneurs élevées comme le montrent les sites de la TESTE (227 ng I-TEQ/kg) et Le MANS (721 ng I-TEQ/kg) (Tableau 7). Dans le site de La TESTE, les couches de MIOM à teneurs élevées en dioxine sont mises entre deux couches de MIOM à teneurs relativement moyennes (78.7 et 63.2 ng I-TEQ/kg respectivement).

Par ailleurs, dans le cas des sites les plus récents comme le cas d'HEROUVILLE et de VIRY-CHATILLON, les MIOM utilisées montrent des teneurs faibles en dioxine (9.01 ng I-TEQ/kg) proche de la teneur moyenne en dioxine dans les MIOM en France. Le site de RONCHIN dont la construction est récente (cinq ans) montre des teneurs variables en dioxines selon les MIOM utilisés et parfois anormalement élevées. De par ces caractéristiques, ce site fait figure d'exception par rapport aux quatre autres sites étudiés. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer le taux relativement élevé en dioxines des MIOM utilisés dans les ouvrages anciens. D'une part, il pourrait s'agir d'un mélange de ces matériaux avec les cendres issues des chaudières dont les teneurs varient entre 39 et 648 ng I-TEQ de matière sèche (Damien 1997). D'autre part, il peut s'agir également du procédé d'incinération des ordures ménagères ou de la nature du déchet lui-même qui influence fortement la production de la dioxine dans les mâchefers.

L'étude montre que s'il existait un transfert effectif de dioxine, celui-ci reste très limité. Par ailleurs, l'examen du géotextile (semi perméable) utilisé dans le site de RONCHIN montre un enrichissement de ce géotextile qui n'est pas observé dans les sols sous-jacents (Tableau 7). Ceci confirmerait l'hypothèse selon laquelle le transfert de la dioxine ne s'effectue pas sous forme dissoute mais que ce transfert ne pourrait être réalisé que sous forme particulaire.

Ces études sur le terrain confortent l'hypothèse émise par Bartet (2001) en se basant sur des essais préliminaires de laboratoire et selon laquelle le transfert des particules ne peut être réalisé que sous forme de particules en suspension de diamètre supérieure à 0.45µm.

SITES ETUDIÉS	AGE (AN)	PCDD/F (MIOM) (ng I-TEQ/kg)	COUCHE SOUS-JACENTE (CSJ)	PCDD/PCDF DE CSJ (ng I-TEQ/kg)	PCDD/PCDF DU SOL DE REFERENCE (ng I-TEQ/kg)	
LA TESTE	1976	14	Sable	1,35	9.45	
			Sable	0.74		
			Sable	24.8		
		35.7	Sable	2.98		0.67
		78.7	Sable	2,24		0.36
227	Sable	1.31	0.30			
63.2						
Le MANS	1978	721	Limon et argile	7,23	1.05	
				0.57	0.79	
RONCHIN	1997	235	Géotextile	175	0.48	
			Limon	2,87		
				1.99		
HEROUVILLE	1997	9,01	Sol prélevé de part et d'autre de la chaussée	2,31		
				1,78		
VIRY-CHATILLON	1997	9,01	Limon	4,40		

6. CONCLUSION

La présente étude portant sur l'auscultation des ouvrages utilisant les Mâchefers d'Incinération d'Ordure Ménagère a permis de mettre en évidence l'existence en sous couches routières de deux familles de MIOM distinctes. D'une part, les MIOM utilisés dans les structures anciennes et qui présentent des teneurs relativement élevées en dioxine (jusqu'à 721 ng I-TEQ/kg). D'autre part, les MIOM utilisés dans les structures récentes où la teneur en dioxines est de l'ordre de 9 ng I-TEQ/kg ce qui correspond à la moyenne des MIOM utilisées en France. Certains sites peuvent faire exception à ces deux catégories. C'est le cas de RONCHIN.

Quel que soit le site étudié, les campagnes d'auscultation réalisées ont montré un faible transfert des dioxines des MIOM vers le milieu sous-jacent indépendamment de la nature du sol sous-jacent (limon ou sable). Par ailleurs, l'auscultation réalisée dans la chaussée munie d'un géotextile conforte l'hypothèse que si un transfert se produit, c'est sous forme d'entraînement de particules fines.

7. PERSPECTIVES

Cette étude a montré des variations assez significatives de la teneur en dioxine des MIOM selon le site étudié. Pour pouvoir généraliser les conclusions émises à partir de cette étude, il nous paraît important que les sites étudiés soit représentatifs des différents lieux où les mâchefers sont utilisés en construction routière afin de parer à d'éventuelles négligences quant à leur utilisation. Pour cela la campagne d'échantillonnage doit s'étendre sur un échantillonnage plus large des sites présentant des caractéristiques différentes tels que l'âge, le sol sous-jacent et principalement la nature des MIOM utilisés.

Par ailleurs pour pouvoir comprendre le phénomène de transfert de la dioxine des MIOM vers le milieu naturel, des études de laboratoire sont nécessaires pour, dans un premier temps, déterminer les teneurs en dioxine en fonction des fractions granulométriques susceptibles de migrer.

8. REFERENCES

Amokrane A., Blanchard J.-M, Billard H., Chatelet-Snidaro L., Delineau T & Bourdier C. (1998) Le devenir des mâchefers d'incinération d'ordures ménagères. Partie 1 caractérisation des mâchefers. Déchets-Science et Technique N° 10- 2^{ème} trimestre. p. 15-27.

Bartet B., Pepin G. et Nominé M. (2001) Dioxine dans les MIOM. Teneurs observées et étude préliminaire de leur potentiel de transfert vers l'environnement. Congrès 'Mâchefers d'Incinération d'Ordures Ménagères' Orléans 2001 p.102-108.

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.

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.

Drouadaine I et Osvald S. (2001) Etude des percolats au travers d'une couche de chaussée réalisée en produits routiers élaborés a base de MIOM SCORMAT (Rapport interne, Société Paridu Letourneur, SPL) 25p.

François D., Legret M., Demare D., Fraquet P. & Berga P. (1999) Inspections de chaussées anciennes réalisées avec des mâchefers d'incinération d'ordures ménagères (Rapport intermédiaire d'avancement du programme Alternative Materials in road construction, LCPC) 31p.

LISTE DE DIFFUSION

Nom	Adresse/Service	Nb
Assistante de Gestion	Dossier maître	1
R.BADREDDINE		1
H.BAROUDI		1
C.BRAZILLET		1
J. DOMAS		1
M. NOMINE		1
G. PEPIN		1
MATE		11
Délégué Régional		1
Class.		1

TOTAL 20

PERSONNES AYANT PARTICIPE A L'ETUDE

Travail	Nom	Qualité	Date	Visa
Rédacteur	R. BADREDDINE-C. BRAZILLET	Ingénieurs DESP		
Responsable d'affaire	G. PEPIN	Ingénieur DESP		
Relecteur	G. PEPIN	Ingénieur DESP		
Vérificateur	G. PEPIN	Ingénieur DESP		
Approbateur	H. BAROUDI	Responsable DESP		

Fin du Complément non destiné au client