



Cercle National du Recyclage

**QUEL DEVENIR POUR LES
MACHEFERS
D'INCINERATION
D'ORDURES MENAGERES ?**

Décembre 2001

QUEL DEVENIR POUR LES MACHEFERS D'INCINERATION D'ORDURES MENAGERES ?

I. INTRODUCTION	4
II. LE CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET LEGISLATIF	5
1. LE CADRE EUROPEEN	5
2. LES TEXTES FRANÇAIS.....	5
III. LE GISEMENT DE MACHEFERS EN FRANCE.....	8
1. LES ORIGINES	8
1.1. <i>Les sources de production.....</i>	8
1.2. <i>Les chiffres clés</i>	8
2. LA NATURE DES FLUX	9
2.1. <i>La nature physico-chimique des mâchefers</i>	9
2.2. <i>Les caractéristiques géotechniques des mâchefers.....</i>	10
IV. MAITRISER LA QUALITE SUR L'ENSEMBLE DE LA FILIERE	12
1. GERER LA QUALITE DES L'ENTREE EN UNITE D'INCINERATION DES ORDURES MENAGERES....	12
1.1. <i>Maîtriser l'incinération</i>	12
1.2. <i>Analyser le niveau de qualité des mâchefers.....</i>	12
2. LE CONTROLE ET LE SUIVI DE QUALITE EN INSTALLATIONS DE MATURATION ET D'ELABORATION DES MACHEFERS.....	13
V. QUELS DEBOUCHES POUR LES MACHEFERS ?.....	15
1. LES MACHEFERS DE CLASSE S	15
2. LES MACHEFERS DE CLASSE M.....	15
2.1. <i>Les filières d'écoulement.....</i>	15
2.2. <i>L'installation de maturation et d'élaboration des mâchefers (IME).....</i>	16
3. LES MACHEFERS DE CLASSE V.....	17
3.1. <i>L'utilisation en remblais routiers.....</i>	17
3.2. <i>L'utilisation en couches de forme et en assises de chaussée.....</i>	18
VI. EVOLUTION ATTENDUE ET TAUX DE VALORISATION.....	20
1. PERSPECTIVES D'EVOLUTION DES DEBOUCHES	20
2. INTEGRER LES MACHEFERS DANS LES TAUX GLOBAUX DE VALORISATION DES DECHETS MENAGERS.....	20
VII. CONCLUSION	22



I. INTRODUCTION

En toute légitimité, la valorisation matière et organique des déchets ménagers est désormais reconnue comme le mode de gestion le plus respectueux de l'environnement et aussi le moins coûteux pour le citoyen-contribuable. Il demeure toutefois impossible d'orienter vers la valorisation l'intégralité des flux d'ordures ménagères dont l'élimination est à la charge des collectivités. En effet, les connaissances techniques actuelles impliquent fatalement l'envoi d'une fraction des déchets ménagers vers la filière d'incinération ou de mise en décharge.

Bien entendu, ce dossier n'a pas pour vocation de promouvoir l'incinération qui doit rester uniquement réservée aux déchets pour lesquels le recyclage ne revêt aucun intérêt écologique et économique. L'objectif du Cercle National du Recyclage est de diffuser une information objective afin d'encourager la réduction des impacts d'une pratique qui a déjà à de nombreuses reprises fait preuve des risques qu'elle peut représenter pour la santé et l'environnement.

Dans le cadre d'une gestion multi-filières des déchets municipaux, l'incinération génère différents résidus au potentiel polluant plus ou moins important. Même si les mâchefers d'incinération d'ordures ménagères (MIOM) ont hérité de toutes les suspicions qui découlent des erreurs et accidents enregistrés lors de la dernière décennie, la réglementation toujours plus stricte et l'évolution technique qui s'y attache doivent permettre une valorisation raisonnée de ces produits.

L'utilisation des mâchefers est envisageable sur les chantiers routiers et autres activités équivalentes. Cela semble être une alternative satisfaisante à la décharge. Ces pratiques sont déjà soumises au respect de nombreux critères qui visent à offrir une garantie du produit tant sur le plan du comportement mécanique que des risques environnementaux. Au-delà de ces précautions, il reste à structurer la filière en développant une véritable démarche d'assurance qualité.

Dans ce contexte, le Cercle National du Recyclage souhaite, par la réalisation de ce dossier, faire l'état des lieux de la filière de valorisation des MIOM qui semble encore parfois marginale.

La présentation des textes en vigueur permet de découvrir le cadre législatif et réglementaire dans lequel évoluent les différentes parties prenantes de la valorisation des MIOM. La découverte du gisement en France laisse entrevoir les enjeux que représente une gestion rationnelle de la filière. Un point sur la maîtrise de la qualité et une identification des évolutions nécessaires sont essentiels pour rassurer les esprits inquiets et éviter les éventuelles dérives d'une filière en émergence. Chaque niveau de qualité a ses débouchés potentiels qui seront identifiés afin de démontrer la pérennité possible du système et en achever la présentation exhaustive. Nous nous intéressons ensuite à savoir s'il est pertinent d'intégrer l'utilisation des mâchefers dans les taux globaux de valorisation des déchets. Enfin, nous dégageons quelques orientations afin de susciter une évolution satisfaisante du système français d'élimination des déchets.



II. LE CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET LEGISLATIF ¹

1. Le cadre européen

* **Directive 2000/86/CE du parlement européen et du conseil du 4 décembre 2000 sur l'incinération des déchets.**

Cette directive impose pour les Etats membres de l'Union européenne un cadre réglementaire strict ayant pour objectif de limiter, dans toute la mesure du possible, les effets négatifs de l'incinération et de la coïncinération de déchets sur l'environnement. Aucune distinction n'est formulée quant au type de déchets incinérés. Le texte insiste sur les conditions d'exploitation et les méthodes d'analyses à respecter pour limiter l'impact des rejets atmosphériques et des rejets d'eaux usées des unités d'incinération.

La directive rappelle que « aucune installation d'incinération ou de coïncinération n'est exploitée sans qu'un permis ait été délivré pour exécuter ces activités ».

Par ailleurs, « Les installations d'incinération sont exploitées de manière à atteindre un niveau d'incinération tel que la teneur en carbone organique total (COT) des cendres et mâchefers soit inférieure à 3 % du poids sec de ces matériaux ou que leur perte au feu soit inférieure à 5 % de ce poids sec. Des techniques appropriées de prétraitement des déchets sont utilisées, si nécessaire ». Ces précautions assurent une quantité très réduite de matière organique dans les résidus d'incinération et donc l'absence de fermentations parasites.

L'élimination des différents résidus de l'incinération d'ordures ménagères ne fait l'objet que d'un bref paragraphe. Leur quantité et leur nocivité doivent être réduites au niveau minimum. Ils doivent ensuite être recyclés au sein de l'installation de traitement ou à l'extérieur, conformément à la législation communautaire applicable pour cette étape telle que les directives 75/442/CE et 96/61/CE. Avant d'en définir la filière d'élimination adéquate, des analyses doivent être réalisées sur ces différents résidus afin d'en déterminer les caractéristiques physiques et chimiques ainsi que le potentiel polluant.

2. Les textes français

* **Arrêté du 25 janvier 1991 relatif aux installations d'incinération de résidus urbains.**

L'article 14 de cet arrêté énonce d'abord les différents types de résidus issus de l'incinération des ordures ménagères et précise ensuite les règles générales qui encadrent leur élimination.

« L'incinération des ordures ménagères peut créer trois types de résidus :

- les mâchefers, scories récupérées en fin de combustion ;
- les cendres volantes, fines, entraînées par les gaz de combustion qui sont captées par le système de dépoussiérage ;
- les résidus de la déchloruration qui peuvent se retrouver mélangés avec les cendres volantes si un dépoussiérage ne précède pas le système de déchloruration ».

Les résidus d'épuration des fumées d'incinération des ordures ménagères (REFIOM) et les mâchefers ne peuvent à aucun moment être mélangés et faire l'objet d'une élimination combinée. Cela se justifie par leurs potentiels polluants différents.

¹ L'ensemble des textes présentés dans cette partie peuvent être consultés sur le site internet du Cercle National du Recyclage www.cercle-recyclage.asso.fr



Les mâchefers « peuvent faire dans certains cas l'objet d'une valorisation, notamment en travaux publics à condition d'observer des précautions visant à protéger les nappes et points de captage des eaux [...]. Sinon, ils doivent être éliminés dans des installations autorisées au titre de la loi du 19 juillet 1976 ».

Les REFIOM « ne pourront être admis que dans les seules installations qui y sont explicitement autorisées par arrêté préfectoral pris au titre de la loi du 19 juillet 1976 ».

* **Circulaire DPPR n° 94-IV-1 du 9 mai 1994 relative à l'élimination des mâchefers d'incinération des résidus urbains.**

Ce texte sert actuellement de référence principale pour chaque étape de l'élimination des mâchefers. Il encourage l'écoulement vers les filières de valorisation déjà en place telles que les travaux publics ou les techniques routières et en précise les conditions pour éviter toute pollution des sols ou des eaux souterraines.

L'annexe III de la circulaire distingue trois catégories de mâchefers en fonction des paramètres suivants :

⇒ mâchefers « V » (valorisables) à faible fraction lixiviable :

Taux d'imbrûlés	< 5 %
Fraction soluble	< 5 %
Potentiel polluant par paramètre :	
Hg (mercure)	< 0,2 mg/kg
Pb (plomb)	< 10 mg/kg
Cd (cadmium)	< 1 mg/kg
As (arsenic)	< 2 mg/kg
Cr ⁶⁺ (chrome hexavalent)	< 1,5 mg/kg
SO ₄ ²⁻ (sulfate)	< 10 000 mg/kg
COT (carbone organique total)	< 1 500 mg/kg

⇒ mâchefers « M » (mâturables) intermédiaires :

Taux d'imbrûlés	< 5 %
Fraction soluble	< 10 %
Potentiel polluant par paramètre :	
Hg (mercure)	< 0,4 mg/kg
Pb (plomb)	< 50 mg/kg
Cd (cadmium)	< 2 mg/kg
As (arsenic)	< 4 mg/kg
Cr ⁶⁺ (chrome hexavalent)	< 3 mg/kg
SO ₄ ²⁻ (sulfate)	< 15 000 mg/kg
COT (carbone organique total)	< 2 000 mg/kg

⇒ mâchefers « S » (stockables) à forte fraction lixiviable :

Taux d'imbrûlés	> 5 %
Fraction soluble	> 10 %
Potentiel polluant par paramètre :	
Hg (mercure)	> 0,4 mg/kg
Pb (plomb)	> 50 mg/kg
Cd (cadmium)	> 2 mg/kg
As (arsenic)	> 4 mg/kg
Cr ⁶⁺ (chrome hexavalent)	> 3 mg/kg
SO ₄ ²⁻ (sulfate)	> 15 000 mg/kg
COT (carbone organique total)	> 2 000mg/kg



Les mâchefers de catégorie «V » peuvent être valorisés en technique routière et dans d'autres applications équivalentes. La circulaire encadre l'utilisation par les quelques règles suivantes :

- utilisation en dehors des zones inondables et des périmètres de protection rapprochée des captages d'alimentation en eau potable ;
- utilisation à une distance minimale de 30 mètres de tout cours d'eau ;
- utilisation interdite pour le remblaiement de tranchées comportant des canalisations métalliques ou pour des systèmes drainants.

Le texte précise que *« le respect de ces conditions de valorisation est de la responsabilité de l'exploitant de l'installation classée à l'origine des mâchefers »*.

Les mâchefers intermédiaires, de catégorie « M », ont trois débouchés possibles :

- ⇒ l'élimination dans une unité de stockage des déchets ménagers et assimilés ;
- ⇒ l'envoi vers un pré-traitement en vue d'une valorisation ;
- ⇒ une simple maturation en vue d'une valorisation.

La valorisation n'est possible que si la qualité rejoint celle de la catégorie « V ». De plus, le stockage pour maturation ne peut excéder 12 mois.

Enfin, les mâchefers de catégorie «S », c'est-à-dire à forte fraction lixiviable, sont fatalement destinés à être éliminés en unité de stockage appropriée.

La circulaire insiste sur les précautions à prendre quant à la qualité du produit et son impact potentiel sur l'environnement.



III. LE GISEMENT DE MACHEFERS EN FRANCE

Le contexte actuel de la réutilisation des mâchefers d'incinération d'ordures ménagères (MIOM) oblige à distinguer les flux traités **aux liants hydrauliques** des flux non-traités. En effet, de plus en plus d'installations de maturation et d'élaboration des mâchefers (IME) ajoutent des liants pour proposer un produit aux caractéristiques géotechniques supérieures.

Même si des études et expérimentations avec essais de vieillissement sont actuellement en phase finale, le manque de retour d'expérience à long terme ne permet pas encore à ce jour de définir précisément les modalités d'utilisation des liants, ni même le comportement de ces MIOM traités. En cohérence avec la nature spécifique de ces matériaux, notre document distingue par la suite sous forme d'encadrés les paragraphes consacrés aux mâchefers traités avec liants.

1. Les origines

1.1. Les sources de production

Les textes français distinguent les sources de production selon deux critères qui sont la nature du déchet incinéré et le procédé d'incinération.

La circulaire du 9 mai 1994 précise que les MIOM sont les résidus d'incinération de déchets ménagers et assimilés. Elle s'applique aussi aux déchets hospitaliers contaminés coïncinérés dans le respect des conditions de l'arrêté du 23 août 1989. Au sens des textes nationaux, les MIOM ne résultent pas du passage de déchets dangereux en unité d'incinération. A l'inverse et comme énoncé en II.1., la directive 2000/76/CE ne fait plus cette distinction au niveau européen. La caractérisation des résidus se fait, selon ce texte, en fonction du potentiel polluant et non plus en fonction de l'origine.

La seconde distinction se fait au niveau du type de traitement thermique utilisé. En effet, l'apparition de nouveaux procédés de traitement thermique tels que la thermolyse et l'incinération sur lits fluidisés engendre la production de résidus aux propriétés différentes de ceux issus des traitements traditionnels. Ces résidus ne sont pas assimilés aux MIOM. Le manque de connaissance du comportement et de la nature de ces produits incite à la prudence. Un autre texte spécifique à ce flux devrait être rédigé pour en encadrer la gestion.

1.2. Les chiffres clés

En 1999, **3 804 000** tonnes de mâchefers ont été produites en France.

Les mâchefers bruts, en sortie de four et après refroidissement, représentent **25 à 30 %** du tonnage de déchets incinérés et **10 %** de leur volume.

On compte en France un peu plus de **30** installations de maturation et d'élaboration des mâchefers. **5** unités sont également en cours de construction.

L'ADEME estime que **46 %** des mâchefers produits en 1999 étaient de catégorie V (valorisable), **37 %** de catégorie M (mâtureable) et **17 %** de catégorie S (stockable). Les progrès attendus doivent faire évoluer le taux de production de mâchefers V à **80 %**.

L'évolution des quantités de mâchefers produits est présentée dans le tableau suivant :

Années	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Quantités de mâchefers produits (en milliers de tonnes)	3 135	3260	3390	3490	3562	3804	+9 %	+7 %

Source : ADEME à partir d'estimations et prévisions BIPE-1999



2. La nature des flux

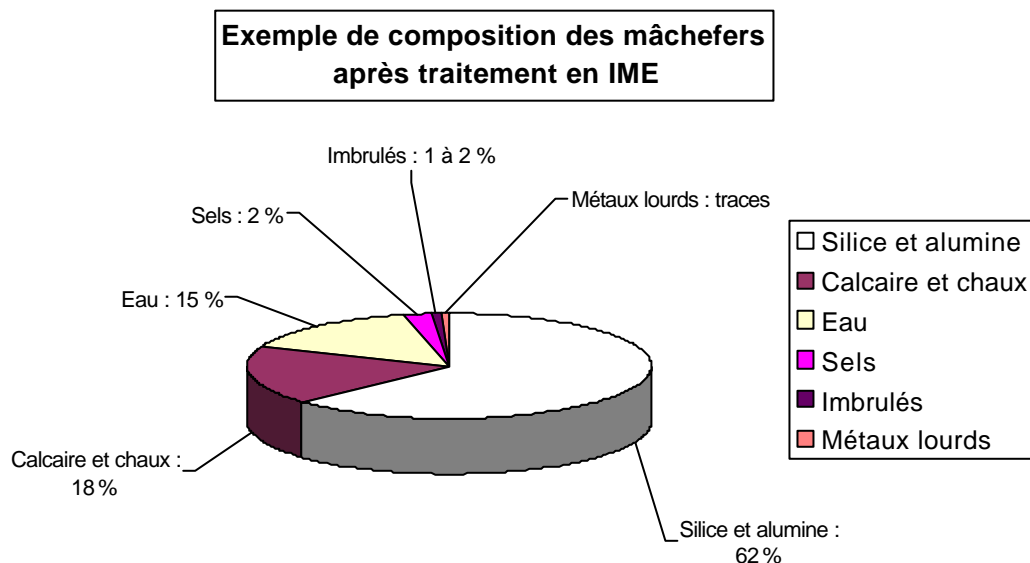
2.1. La nature physico-chimique des mâchefers

Les MIOM ont une nature hétérogène en rapport avec leur origine détritique. Après les étapes principales de traitement que sont le déferrailage et le criblage, les mâchefers se présentent sous forme d'une grave 0/20 ou 0/31,5 mm conformément aux attentes des utilisateurs potentiels. Le pH basique du matériau oscille entre 10 et 12,5.

La composition moyenne des mâchefers peut être définie d'une manière assez générale. Les éléments principaux constitutifs du matériau sont ainsi recensés :

- ⇒ la silice ;
- ⇒ l'alumine ;
- ⇒ le calcium ;
- ⇒ les métaux ;
- ⇒ les imbrûlés
- ⇒ les sels
- ⇒ l'eau.

Le document intitulé « Les mâchefers d'incinération d'ordures ménagères ; guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux d'Ile de France » donne les valeurs suivantes pour exemple de composition des mâchefers après le passage en unité de traitement :



On constate que la structure minérale après traitement est toujours constituée essentiellement de silice, d'alumine et de calcium.



Les principaux éléments susceptibles de porter atteinte à l'environnement sont ceux identifiés par la circulaire du 9 mai 1994 pour mesurer le potentiel polluant :

- ⇒ le plomb ;
- ⇒ le cadmium ;
- ⇒ le chrome ;
- ⇒ l'arsenic ;
- ⇒ le mercure ;
- ⇒ le sulfate ;
- ⇒ le carbone organique total.

Après les fumées, on peut s'interroger sur la présence de dioxines dans les MIOM et sur leur toxicité relative. En effet, des analyses ont déjà démontré que les mâchefers contiennent des dioxines en concentration variable selon les unités d'incinération. L'ADEME annonce des concentrations généralement inférieures à 20 pg/g de matière sèche et toujours inférieures à 50 pg/g révélées lors de tests effectués en France et en Allemagne soit des valeurs couramment rencontrées dans les sols. Ces molécules ne sont pas solubles dans l'eau. Les risques de voir ces polluants lessivés vers les nappes phréatiques semblent donc limités. Toutefois, le manque de connaissances constaté sur ce sujet doit pousser les acteurs à la prudence.

Le MATE et l'ADEME initient actuellement une réflexion sur les niveaux de toxicité afin de déterminer les seuils à ne pas dépasser. Jusqu'à l'aboutissement de la réflexion, le principe de précaution reste de mise.

2.2. Les caractéristiques géotechniques des mâchefers

Lorsqu'ils sont valorisés en techniques routières ou en remblais, les mâchefers se substituent à un matériau naturel face auquel ils peuvent présenter un inconvénient majeur : la sensibilité à l'eau. Gonflement et matelassage des couches de MIOM peuvent résulter d'un taux d'humidité trop important, ce qui engendre des déformations de la surface routière. En règle générale, les matériaux alternatifs ont des propriétés mécaniques inférieures à celles des matériaux naturels traditionnellement utilisés.

Le développement de la collecte sélective entraîne une forte baisse du pourcentage de la fraction de verre, ou silice, contenue dans les mâchefers. De nombreux acteurs se posent d'ores et déjà la question de savoir quel sera l'impact de cette évolution sur le comportement des mâchefers. Les hypothèses supposent deux conséquences principales qui sont d'une part, la baisse de la dureté du matériau soit une baisse de portance et d'autre part, le développement possible des gonflements après mise en place en technique routière. Ces déficiences pourraient toutefois être corrigées par l'apport de fines de verre issues, par exemple, de centre de tri. Il reste à définir les quantités nécessaires pour pallier le manque et aussi à savoir si le diamètre de ces fines est satisfaisant pour assurer une portance suffisante et un gonflement minimum.

La liste suivante présente les paramètres qui permettent de caractériser un lot de mâchefers pour ensuite l'orienter vers le débouché adéquat :

- ⇒ granularité ;
- ⇒ teneur en fines inférieures à 0,08 mm ;
- ⇒ teneur en fines entre 0,08 et 2 mm ;
- ⇒ propreté ;
- ⇒ résistance mécanique ;
- ⇒ teneur en eau.

Rappelons qu'un diamètre trop important empêche un bon compactage et que l'inverse, soit un diamètre trop faible, accentue la sensibilité à l'eau du matériau.



La masse volumique du matériau ainsi que sa portance sont les paramètres qui caractérisent la stabilité du matériau. Les essais Proctor, test de compactage effectué en laboratoire permettent de définir ces valeurs. Toutefois, compte tenu de l'hétérogénéité des mâchefers, les résultats de ces essais doivent être exploités à titre indicatif.

Des recherches sont actuellement en cours pour permettre une définition plus précise des caractéristiques des MIOM qui ne se limite plus à l'état et à la résistance mécanique du matériau.

Les caractéristiques géotechniques des mâchefers peuvent évoluer avec l'addition de liants hydrauliques qui doit permettre d'optimiser le comportement du matériau en agissant sur les paramètres suivants :

- ⇒ homogénéisation des caractéristiques physiques ;
- ⇒ augmentation de la résistance mécanique ;
- ⇒ réduction de la sensibilité à l'eau ;
- ⇒ réduction du risque environnemental de lixiviation.



IV. MAITRISER LA QUALITE SUR L'ENSEMBLE DE LA FILIERE

1. Gérer la qualité dès l'entrée en unité d'incinération des ordures ménagères

L'aspect « qualité » de la filière de production et d'élimination des MIOM est d'abord conditionné par une bonne conduite de combustion en unité d'incinération d'ordures ménagères (UIOM). Le niveau de qualité est ensuite analysé afin de classer les mâchefers en catégorie V, M ou S conformément à la circulaire du 9 mai 1994.

1.1. Maîtriser l'incinération

Lors du passage en UIOM, plusieurs pratiques permettent d'améliorer la qualité des mâchefers :

- le contrôle visuel en entrée d'unité garantit l'envoi des seuls déchets « acceptés » dans le four ;
- l'homogénéisation des déchets à l'aide du grappin dans la fosse permet de faciliter l'incinération ;
- une cadence adéquate d'entrée des déchets dans les fours assure la meilleure combustion ;
- le contrôle de la teneur en eau ;
- le contrôle en continu de la combustion offre l'avantage de pouvoir prendre rapidement les mesures pour en optimiser le rendement.

Une incinération bien conduite a pour objectif de fournir en sortie d'unité des mâchefers homogènes et stables dont le taux d'imbrûlés est inférieur à 5 % (souvent proche de 3 %).

Lorsque l'unité d'incinération choisit d'écouler elle-même ses mâchefers, ou encore si la contractualisation avec l'unité de traitement des MIOM l'impose, on peut trouver en sortie d'unité une étape de pré-traitement. Ainsi, une extraction des métaux ferreux et non ferreux peut être mise en place pour les mâchefers de classe V ou M.

1.2. Analyser le niveau de qualité des mâchefers

Homogénéiser les déchets entrants, optimiser la combustion, ôter les métaux ferreux et non ferreux sont autant de méthodes d'exploitation qui assurent la production de mâchefers stables et homogènes.

Les mâchefers sont ensuite classés par lots pour garantir la traçabilité du produit. Des analyses de ces lots viennent vérifier le niveau de qualité requis.

Conformément aux prescriptions de la circulaire du 9 mai 1994, les mâchefers subissent un test de lixiviation et une mesure du taux d'imbrûlés qui caractérisent le potentiel polluant du résidu.

La fréquence des analyses ainsi que les méthodes d'échantillonnages sont définies dans la circulaire et dans le guide méthodologique pour l'échantillonnage des mâchefers d'usine d'incinération d'ordures ménagères réalisé en 1995 par le syndicat national du traitement et de la valorisation des déchets urbains et assimilés (SVDU).

La procédure d'analyses s'étale de la façon suivante :

- six mois d'analyses initiales (échantillons ponctuels, journaliers ou hebdomadaires selon que le four fonctionne de manière variable ou stable). L'appartenance à une classe V, M ou S est alors définie. Ces analyses sont réalisées par un organisme tiers compétent ;



- suivi courant qui confirme l'appartenance à la classe V, M ou S. Le rythme d'analyse diminue pour atteindre une fréquence mensuelle lorsque les mâchefers sont classés V ou M, et bimestrielle lorsqu'ils font partie de la classe S.

L'exploitant peut à chaque moment décider de recommencer une campagne initiale de caractérisation. De même, la fréquence d'analyse du suivi initial peut augmenter selon le cadre contractuel avec les repreneurs directs ou l'IME.

Les paramètres étudiés lors des tests s'attachent aux éléments de la circulaire de 1994 qui fixent l'appartenance aux classes V, M ou S :

- ⇒ taux d'imbrûlés ;
- ⇒ fractions solubles ;
- ⇒ potentiel polluant : Hg, Pb, Cd, As, Cr⁶⁺, SO₄²⁻, COT.

L'UIOM peut conserver un échantillon des lots afin de garantir en cas de problème la conformité des analyses. Le résultat des tests détermine l'orientation des mâchefers.

On peut remarquer l'absence de tests relatifs à la présence de dioxines dans les MIOM. Le manque de connaissances sur la toxicité de la molécule dans les MIOM déjà évoqué précédemment devrait pourtant être un élément moteur du principe de précaution. Il apparaît opportun de réaliser une série d'analyses afin d'éviter de nouvelles dérives liées à des concentrations excessives. Un seuil maximal de sécurité pourrait être défini dans l'attente d'une prochaine valeur de référence.

2. Le contrôle et le suivi de qualité en installations de maturation et d'élaboration des mâchefers

Les installations de maturation et d'élaboration des mâchefers (IME) sont des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) plus précisément identifiées dans la rubrique 322 de la nomenclature des ICPE. Les plates-formes de traitement doivent donc être étanches et récupérer les lixiviats, jus chargés en éléments polluants, pour les envoyer vers une unité de traitement appropriée.

Les IME n'acceptent sur leur plate-forme que les mâchefers de classe V ou M, la classe S ayant pour seul débouché le centre d'enfouissement technique. Chaque lot est précisément identifié par sa provenance et sa période de production. Deux lots ne peuvent être mélangés. Une caractérisation en entrée permet d'établir l'appartenance à une classe selon la même procédure qu'en IV.1.1.2.

L'arrêté du 25 janvier 1991 indique que « *chaque trimestre et dans la quinzaine de jour qui le suit, l'exploitant transmettra à l'inspecteur des installations classées les bordereaux donnant par nature de déchets, les quantités produites et éliminées, les coordonnées des transporteurs et les lieux d'élimination choisis* ».

Les multiples retours d'expériences d'utilisation de produits médiocres motivent aujourd'hui les exploitants d'IME à assurer l'écoulement d'un produit de qualité. La traçabilité des mâchefers semble être garante de la pérennité de la filière de valorisation de ce matériau. Traçabilité et qualité s'inscrivent désormais dans la démarche des exploitants comme le préconise la circulaire du 9 mai 1994. Pour cela, et aussi pour répondre aux exigences des utilisateurs, l'ensemble des mesures prises par l'exploitant ainsi que les analyses réalisées pour assurer la qualité des mâchefers écoulés sont rassemblées dans le Plan d'Assurance Qualité.

L'objectif de ce plan est de constituer une fiche d'identité des mâchefers. Il recense les éléments suivants :



- ⇒ le procédé d'élaboration des mâchefers ;
- ⇒ les essais et résultats quant à la granulométrie, la densité sèche et humide, la teneur en eau, l'analyse chimique, l'Indice Portant Immédiat (IPI) éventuel et la résistance au compactage.

Le Plan d'Assurance Qualité rappelle également aux utilisateurs les préconisations pour l'utilisation des MIOM. Cet outil doit permettre d'assurer le suivi du produit afin de rassurer l'utilisateur quant à l'utilisation de résidus de traitement de déchets ménagers.



V. QUELS DEBOUCHES POUR LES MACHEFERS ?

La circulaire du 9 mai 1994 classe les mâchefers en 3 catégories : V, M ou S par analogie aux termes valorisable, mûrable et stockable (Cf. valeurs II. 2.). Le non-respect d'une des valeurs mentionnées dans la circulaire décline obligatoirement les mâchefers produits modifiant de ce fait les débouchés envisageables.

Les voies d'écoulement présentées ci-après sont fonction du contexte local. La facilité à trouver des filières de débouchés pour les mâchefers varie par exemple selon l'existence de carrières régionales d'extraction de matériaux naturels qui concurrencent l'utilisation de MIOM. De même, le nombre de chantiers routiers susceptibles d'absorber les quantités de mâchefers produits varie selon les régions. Plusieurs aspects locaux conditionnent donc la pérennité de la filière.

1. Les mâchefers de classe S

L'unique destination pour ces matériaux à forte fraction lixiviable est le centre de stockage permanent pour déchets ménagers et assimilés dûment autorisé.

Il convient d'insister sur le potentiel polluant de ces mâchefers qui doit obliger le producteur à procéder à un traitement complémentaire avant le stockage lorsque cela s'avère nécessaire. Ces précautions peuvent permettre d'éviter l'envoi des MIOM en centre d'enfouissement technique pour déchets dangereux et donc limiter un coût d'élimination très élevé.

2. Les mâchefers de classe M

2.1. Les filières d'écoulement

Les mâchefers de catégorie M ont actuellement trois débouchés possibles. Les coûts d'élimination et le contexte local conditionnent le choix du producteur de MIOM face aux différentes voies.

Selon le niveau de qualité des mâchefers, la collectivité peut choisir de traiter ses mâchefers au sein de l'unité d'incinération. Les utilisateurs de mâchefers viennent alors s'approvisionner directement sur le lieu de production. Cette possibilité suppose tout de même une étape de criblage et de déferraillage ainsi qu'une mûration à la sortie des fours. Une récupération des lixiviats lors de la phase de maturation permet de limiter l'impact environnemental de ces jus chargés en éléments polluants.

Lorsque l'UIOM ne dispose pas de place ou lorsque le traitement nécessaire à l'atteinte des valeurs de la classe V est plus important, il devient plus judicieux, sur les plans techniques et économiques, d'envoyer les MIOM de classe M vers des installations de maturation et d'élaboration des mâchefers (IME). Le choix est principalement fonction de la présence ou non à proximité d'une telle installation.

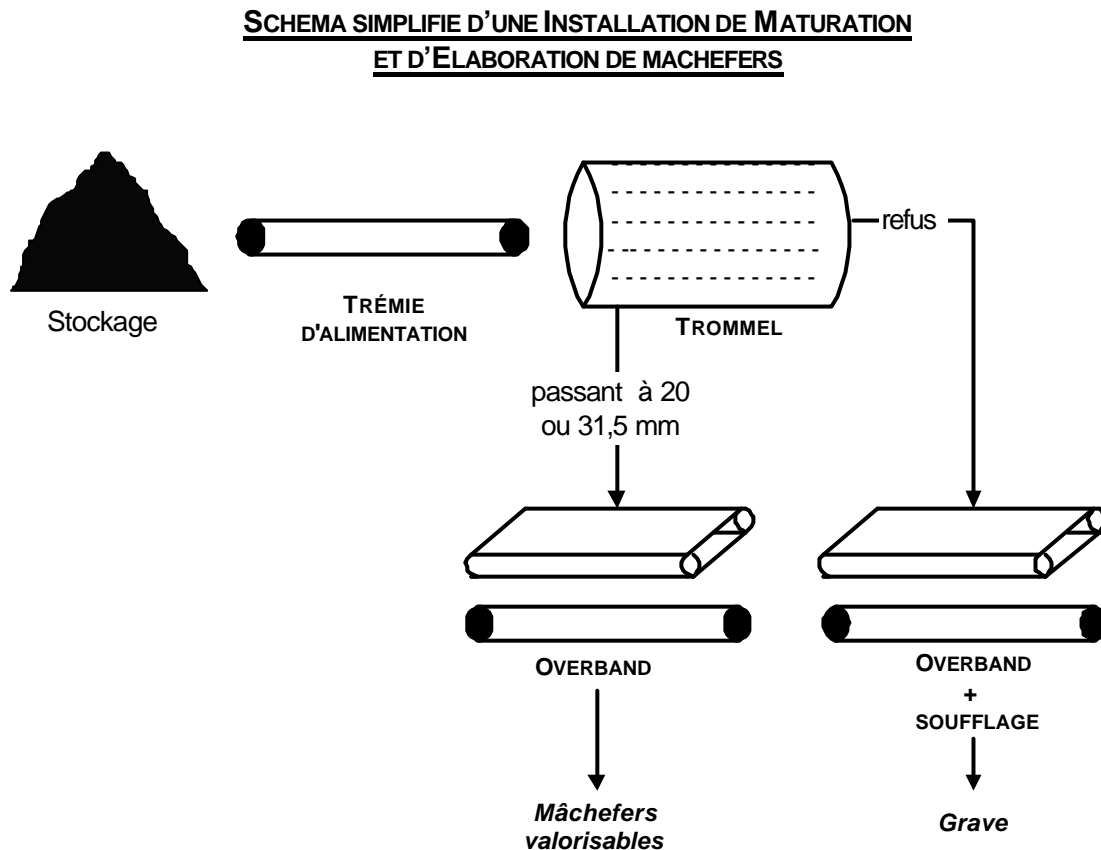
La collectivité responsable de l'UIOM reste toutefois libre d'envoyer l'intégralité de ses résidus en centre de stockage. Le coût du stockage est supérieur à la valorisation. Le choix s'oriente donc vers l'envoi en IME lorsque celle-ci est proche du lieu de production. De longues distances de transport sont à considérer comme une aberration économique.



2.2. L'installation de maturation et d'élaboration des mâchefers (IME)

L'objectif du passage en IME est d'abord de produire des mâchefers de classe V. La plupart des IME disposent en plus de laboratoires qui leur permettent d'élaborer un produit répondant toujours mieux aux attentes des utilisateurs. Ces unités de traitement sont intégrées à l'UIOM ou sont autonomes et traitent les MIOM de plusieurs unités.

Le passage en IME se compose des étapes du schéma suivant :



Chaque étape se résume de la façon suivante :

le stockage : on constate lors du stockage une oxydation et une carbonatation naturelles ainsi qu'une baisse du pH qui sont à l'origine d'une réduction du potentiel polluant du MIOM ;

le criblage : le passage en trommel permet de calibrer les mâchefers (entre 20 et 31,5 mm) afin de répondre aux exigences des utilisateurs de MIOM en techniques routières. Les graves refusées au trommel peuvent être utilisées en chantiers de travaux publics ;

le déferrillage : les ferreux sont extraits des flux grâce à l'overband pour être ensuite valorisés dans la filière appropriée. Une étape de soufflage combinée à l'overband permet d'ôter les imbrûlés du flux de refus. De plus en plus d'unités installent également un courant de Foucault afin de capter les métaux non ferreux tels que l'aluminium et le cuivre. La plupart des IME peuvent ainsi atteindre le niveau « zéro déchets ».

Après le passage en overband, les IME peuvent choisir d'ajouter au matériau un liant hydraulique. Il semble toutefois que l'utilisation de mâchefers traités soit délicate pour certains travaux routiers. La nature hétérogène des mâchefers engendre une variation de la cinétique de prise du liant sur le matériau, ce qui peut entraîner des répercussions après mise en place du produit en technique routière.

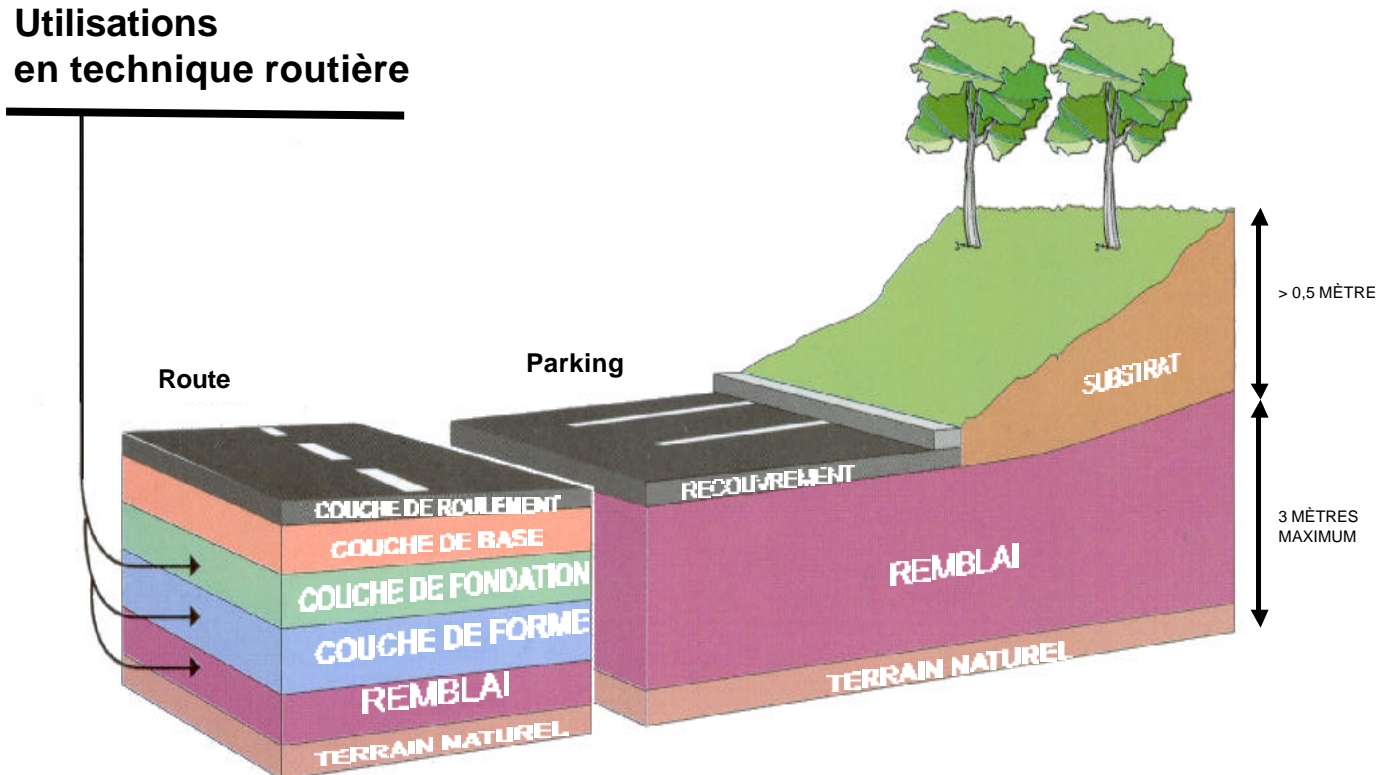


3. Les mâchefers de classe V

Dans le contexte réglementaire et législatif actuel, les mâchefers qui répondent aux critères de la catégorie V peuvent être utilisés en technique routière. La structure routière se construit sous forme de couches réalisées avec des matériaux aux propriétés différentes. Conformément au schéma ci-dessous, les mâchefers peuvent se substituer à des matériaux naturels dans les couches de fondation, de forme ainsi que dans les remblais. Les critères de qualité et les précautions d'utilisation des mâchefers évoluent selon la couche destinataire du produit.

COUPE TRANSVERSALE D'UNE STRUCTURE ROUTIERE

Utilisations en technique routière



Quelle que soit l'utilisation des mâchefers de catégorie V, celle-ci se fait de manière à limiter les contacts avec les eaux météoriques qui engendrent un lessivage des polluants.

3.1. L'utilisation en remblais routiers

Comme le montre le schéma ci-dessus, l'intérêt de l'utilisation de mâchefers en remblais réside dans la possibilité d'un écoulement massif des quantités produites. La circulaire du 9 mai 1994 préconise toutefois la limite de hauteur de couche à 3 mètres maximum avec en surface une structure routière, un parking ou un couvert végétal de 0,5 mètre.

Les guides d'utilisation des mâchefers recensés dans la rubrique « références bibliographiques » donnent à l'utilisateur l'ensemble des informations techniques nécessaires à une exploitation rationnelle du matériau. Condition et niveau de compactage, épaisseur de réglage et caractère



géotechnique sont autant de points abordés dans les documents qui permettent une bonne sécurité quant à l'utilisation en remblais routiers.

Sous réserve du respect des conditions mentionnées dans ces documents de référence, la valorisation des mâchefers en remblais routiers ne présente pas de risques majeurs de dégradation de l'ouvrage. Seul un état hydrique inapproprié lors de la mise en place du matériau peut laisser craindre l'apparition de problèmes. Les propriétés physiques des MIOM leur confèrent un comportement particulier lorsqu'ils sont saturés en eau. Des phénomènes de matelassage ou encore des gonflements peuvent apparaître lorsque les précautions d'usage ne sont pas prises.

Si ces réactions défavorisent parfois les mâchefers dans leur concurrence avec les matériaux naturels, la position de la couche de remblai en fond de structure routière réduit les risques.

3.2. L'utilisation en couches de forme et en assises de chaussée

Couches de forme et assises de chaussées (couche de fondation + couche de base) se situent en haut de la structure routière. Leur présence près de la couche de roulement rend ici l'utilisation de mâchefers plus délicate. En effet, le phénomène de gonflement a pour conséquence immédiate l'apparition de désordre sur la surface routière. Pour cela, l'utilisation des MIOM dans ces couches est soumise à des critères de qualité et à des précautions d'utilisation plus sévères.

a) L'utilisation en couches de forme

Le guide technique pour la réalisation des remblais et des couches de forme (GTR) précise pour les points suivants les critères de qualité et les caractéristiques que doivent satisfaire les mâchefers afin de pouvoir être utilisés en couche de forme :

- ⇒ insensibilité à l'eau ;
- ⇒ résistance mécanique ;
- ⇒ taille des plus gros éléments ;
- ⇒ comportement au gel.

Les MIOM sont étalés en couches de 3 à 70 cm d'épaisseur, ce qui laisse prévoir l'écoulement de quantités plus faibles que celles utilisées pour les remblais dont la hauteur de couche peut atteindre 3 mètre.

Pour ne pas modifier l'état hydrique des mâchefers, la couche de forme doit être protégée par exemple par un enduit gravillonnaire déposé immédiatement après sa mise en place.

b) L'utilisation en assises de chaussées

L'assise de chaussée est constituée de la couche de fondation et de la couche de base. La nature des mâchefers limite leur emploi à la seule couche de fondation (Cf. : schéma p17). Les conditions d'utilisation sont définies par les normes granulats XP P 18-540 et grave non traitée NF P 98-129.

Si certaines suspicions demeurent quant à l'utilisation de mâchefers bruts en couches de forme et en assises de chaussées, une expérience réalisée par le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC) sur des ouvrages routiers datant de plus de 20 ans permet de formuler un avis plus optimiste (Cf. : bulletin des laboratoires des ponts et chaussées n°227 ; juillet - août 2000). Dans les tranchées effectuées sur les deux ouvrages étudiés, les matériaux ont montré un comportement mécanique et environnemental très satisfaisant. L'hétérogénéité du produit et sa sensibilité aux variations de teneur en eau ont été révélées. Toutefois aucun désordre externe n'a pu être constaté sur la surface routière.



Les limites de cette expérience résident dans le manque de connaissances de l'état initial des mâchefers. En effet, on peut supposer des teneurs en verre supérieures à celles couramment mesurées aujourd'hui du fait de l'absence de collecte sélective. Ce paramètre peut suffire à conférer aux produits qui ont été utilisés une meilleure qualité de portance ainsi qu'une sensibilité au gonflement inférieure.

Les résultats des nombreuses expériences en cours, tant sur les mâchefers bruts que sur les mâchefers traités aux liants hydrauliques, viendront confirmer la pertinence d'utiliser les MIOM pour ce type de couches routières.

Les producteurs de mâchefers tentent par l'addition de liants hydrauliques de développer les caractéristiques géotechniques afin d'assurer plus de garanties lors de leur utilisation. Dans ce cas, les mâchefers peuvent être vendus à un prix supérieur à celui du matériau brut. C'est la raison pour laquelle les producteurs tentent d'élaborer des mâchefers de qualité supérieure.



VI. EVOLUTION ATTENDUE ET TAUX DE VALORISATION

1. Perspectives d'évolution des débouchés

L'utilisation de mâchefers en techniques routières permet l'écoulement de grosses quantités de produit. De ce fait, les principaux acteurs de la filière ne cherchent pas à créer de nouveaux débouchés. Par ailleurs, les propriétés physico-chimiques et la nature des matériaux ne laissent pas supposer l'apparition de nouvelles voies de valorisation.

Rappelons aussi que le développement de la collecte sélective est fatalement liée une forte réduction du taux de verre dans les mâchefers alors que ce dernier en est le principal composé minéral. Cette évolution de la nature des MIOM engendre une diminution de la résistance au compactage et altère les qualités du matériau. Cela aura pour conséquence une réticence des utilisateurs potentiels de MIOM.

La présence éventuelle de dioxine dans les mâchefers est également un sujet très glissant pour l'ensemble des acteurs. En effet, le manque de connaissances à ce sujet ne condamne pas l'utilisation de ces produits mais peut toutefois laisser planer un doute au-dessus des chantiers routiers utilisateurs de MIOM.

Au cours des prochaines années, le développement prévisible des procédés thermiques tels que l'incinération sur lits fluidisés ou encore la thermolyse posera également le problème de valorisation des résidus de composition différente.

Les multiples expériences menées par les structures telles que les Laboratoires des Ponts et Chaussées ou encore par les laboratoires privés au sein des IME doivent venir éclairer toutes les zones d'ombre que connaît encore la filière. Garantie quant à la dioxine, assurance d'un produit stable lors de la valorisation en techniques routières permettront de structurer d'amont à aval l'ensemble de l'élimination des mâchefers.

La problématique originelle qui était de se débarrasser d'un déchet à moindre coût, devient, à la charge des structures privées que sont les IME, de vendre un produit au moins équivalent au matériau naturel afin de pouvoir y greffer une valeur marchande réelle. Les mâchefers peuvent alors être considérés comme un « produit recyclé ».

2. Intégrer les mâchefers dans les taux globaux de valorisation des déchets ménagers

Il n'existe à ce jour aucun texte législatif ou réglementaire qui soit complètement explicite sur l'intégration des mâchefers dans les taux de valorisation des déchets.

La référence principale sur ce problème reste la circulaire « Voynet » du 28 avril 1998 qui propose un objectif de 50 % des déchets à la charge des collectivités collecté en vue d'une réutilisation, du recyclage ou d'une valorisation organique. Ce texte a pour vocation de donner des orientations et ses objectifs n'ont pas de valeur législative ou réglementaire. Au niveau européen, les déchets d'emballages sont les seuls pour lesquels sont fixés des objectifs de valorisation.

Dans la filière d'incinération, les emballages métalliques et en verre, incombustibles dans les fours, se retrouvent intacts dans les mâchefers en sortie d'unité de traitement thermique. La question se pose de savoir si leur utilisation en techniques routières permet la prise en compte de la part des déchets d'emballages au bénéfice des taux de valorisation



Face à cette interrogation, l'ADEME propose dans son document intitulé « Plans départementaux d'élimination des déchets ménagers et assimilés – Méthode de révision » une procédure très satisfaisante et surtout proche des réalités de terrain. Celle-ci ne s'attache pas aux taux de valorisation des déchets d'emballages ménagers mais à la gestion des déchets ménagers dans sa globalité.

En prélude à la présentation du modèle d'intégration de l'utilisation des mâchefers dans le bilan global de l'élimination des déchets ménagers, rappelons ce que l'ADEME définit par le terme « valorisation énergétique » :

Valorisation énergétique = Entrées en traitement thermique – REFIOM – mâchefers

Ainsi, les mâchefers sont considérés comme une fraction non valorisée et donc, les tonnages de mâchefers utilisés additionnés aux tonnages de déchets ayant contribué à la valorisation énergétique ne donnent pas une valeur supérieure aux tonnages entrants dans l'unité de traitement.

L'ADEME distingue au niveau du bilan global les lignes relatives au recyclage, à la valorisation énergétique, à l'utilisation de mâchefers et à l'élimination. L'utilisation de mâchefers n'est englobée ni dans le recyclage ni dans l'élimination et se rapproche donc de la réalité de terrain.

On peut imaginer que la révision des textes de lois sera l'occasion de mettre en place un système précis qui définissent clairement la procédure à suivre et aussi qui reconnaisse les collectivités qui s'efforcent de trouver et de pérenniser une filière durable pour leurs mâchefers.



VII. CONCLUSION

Le présent dossier vous a présenté la filière d'élimination des mâchefers d'incinération d'ordures ménagères en aval du four et jusqu'aux voies de valorisation. Pour les collectivités et/ou les exploitants d'incinérateurs soucieux de s'investir dans une politique de gestion des déchets raisonnée, il a été montré qu'une incinération bien menée et un passage en installation de traitement des MIOM permettent une valorisation de ces résidus issus du traitement thermique.

Les ferrailles extraites en sortie de four sont envoyées vers les filières de recyclage tandis que les MIOM sont orientés vers les techniques routières et autres activités équivalentes. Ces débouchés permettent l'écoulement de grosses quantités de matériaux et d'une part, évitent leur mise en décharge et d'autre part, permettent une économie de matériaux naturels initialement utilisés dans ces filières.

Notre dossier a également permis de cerner quelques problèmes qui empêchent la filière de se développer de manière optimale. Incertitude sur le comportement des mâchefers à long terme, impact de la réduction des teneurs en verre suite à la mise en place d'une collecte sélective, utilisation de liants hydrauliques et présence de dioxine renforcent la méfiance chez les utilisateurs potentiels de ce matériau d'origine détritique.

Le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et l'ADEME s'investissent actuellement sur les problèmes de dioxine. Il apparaît indispensable que ces structures moteurs de la gestion des déchets en France soit détentrices de toutes les informations relatives à la toxicité de cette molécule. Parallèlement, de nombreux organismes initient des recherches afin de pouvoir offrir toutes les garanties nécessaires à une utilisation raisonnée des MIOM comme matériau alternatif. Notons également l'impulsion donnée par les IME privées qui orientent, notamment par leurs recherches sur l'utilisation de liants hydrauliques, la gestion des mâchefers vers une politique de « déchet / ressource ». Cela afin de pouvoir augmenter la valeur ajoutée des MIOM et ainsi rendre le bilan financier de l'opération plus intéressant.

L'ensemble des acteurs de la filière semblent d'accord sur la nécessité de réviser la législation afin de créer un cadre plus précis. Les nombreuses expérimentations en cours vont permettre la capitalisation de toutes les données scientifiques nécessaires à cette étape. En effet, les résultats pourront servir de fondement à la rédaction d'un texte cohérent et parfaitement adapté au contexte actuel et aux exigences environnementales en vigueur. Les analyses de dioxine et la définition des seuils de toxicité doivent faire l'objet d'une attention particulière. Les accidents écologiques de ces dernières années doivent accélérer la création d'un nouveau cadre qui offre la garantie du respect de notre environnement. Pour cela, il est impératif de définir précisément une procédure d'analyse et de suivi bien établie.

Le Cercle National du Recyclage souhaite avoir montré au travers de ce dossier tout l'intérêt, au sein d'une gestion multi-filières des déchets, de ne pas négliger la valorisation des MIOM. Pour autant, il reste avant tout préférable d'augmenter les quantités envoyées vers les filières de valorisation matière et organique.



Glossaire

ABREVIATIONS

- GTR : *guide technique pour la réalisation des remblais et couches de formes.*
- IME : *installation de maturation et d'élaboration des mâchefers.*
- IPI : *indice portant immédiat.*
- MIOM : *mâchefers d'incinération d'ordures ménagères.*
- OPN : *optimum Proctor normal.*
- REFION : *résidus d'épuration des fumées d'incinération d'ordures ménagères.*
- SVDU : *syndicat national du traitement et de la valorisation des déchets urbains et assimilés.*
- UIOM : *unité d'incinération d'ordures ménagères.*

DEFINITIONS

- Fraction soluble : *rapport du poids sec de l'échantillon lixivié sur le poids secs du lixiviat ou du cumul du poids secs lorsqu'il y a plusieurs lixiviats.*
- Perte au feu : *perte de masse exprimée en pourcentage du poids sec de l'échantillon initial après 4 heures de calcination à 500°C.*
- REFION : *ils se composent des cendres volantes de dépoussiération et des résidus de déchloruration et de lavage des gaz.*



Liste des personnes contactées

Mademoiselle Laure BENOIT
chargée de mission
CENTRE DE TRAITEMENT THERMIQUE
rue du Docteur Schaffner
62221 NOYELLES-sous-LENS
Tél. : 03.21.70.70.20
Fax : 03.21.70.70.21

Monsieur Stéphane BICOCCHI
Directeur des études
CADET FRANCE
88, rue Nationale
59000 LILLE
Tél. : 03.28.38.17.87
Fax : 03.20.54.55.72

Monsieur Marcel CARLIER
Directeur
PREFERNORD
route de Vendeville
59175 TEMPLEMARS
Tél. : 03.20.41.57.00
Fax : 03.20.41.57.09

Monsieur Gabriel de BRANDERE
chargé d'étude - chef de projet
LRPC DE LILLE
42 bis, rue Marais ; B.P. 99
59482 HAUBOURDIN Cedex
Tél. : 03.20.48.49.30
Fax : 03.20.50.55.09

Monsieur René DUFOUR
chef de service environnement
COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION DE
LENS-LIEVIN
rue Marcel Sembat . B.P. 65
62302 LENS Cedex
Tél. : 03.21.77.41.41
Fax : 03.21.77.41.20

Monsieur Michel LEGRET
Directeur de recherche
LCPC - DIVISION EAU
route de Bovage ; B.P. 4129
44341 BOUGUENAIS Cedex
Tél. : 02.40.84.58.66
Fax : 02.40.84.59.99

Monsieur Hubert MARTIN
Directeur
SYDOM DU JURA ; CDTOM
rue René Maire
39000 LONS-le-SAUNIER
Tél. : 03.84.47.44.41
Fax : 03.84.24.01.47

Monsieur Michel MEASSON
R&D
APPIA
8, rue du Dauphiné ; B.P. 357
69960 CORBAS
Tél. : 04.72.21.25.41
Fax : 04.72.50.39.89

Monsieur Mathieu ORPHELIN
chargé de mission
ADEME ; CENTRE D'ANGERS
Direction des déchets municipaux
2, square Lafayette ; B.P. 406
49004 ANGERS Cedex 01
Tél. : 02.41.20.41.20
Fax : 02.41.87.23.50

Madame Véronique CIKALA
adjointe au secrétaire général
Syndicat National du Traitement et de la
Valorisation des Déchets urbains et Assimilés
28, rue de la pépinière
75008 PARIS
Tél. : 01.44.70.63.90
Fax : 01.44.70.63.99

Mademoiselle Carole TRIQUET
responsable qualité
YPREMA
7, rue Condorcet
94437 CHENNEVIERES/MARNE Cedex
Tél. : 01.49.62.01.23
Fax : 01.45.93.25.74



Références bibliographiques

1. LES TEXTES LEGISLATIFS ET REGLEMENTAIRES :

- Journal officiel n° L 194 du 25 juillet 1975.
Directive 75/442/CE relative aux déchets
- Journal officiel du 8 mars 1991.
Arrêté du 25 janvier 1991 relatif aux installations d'incinération de résidus urbains
- Journal officiel n° L 257 du 10 octobre 1996.
Directive 96/61/CE du Conseil du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrée de la pollution
- Journal officiel des Communautés européennes du 28 décembre 2000.
Directive 2000/76/CE du Parlement européen et du Conseil du 4 décembre 2000 sur l'incinération des déchets

2. LES NOTES D'INFORMATION :

- Utilisation des mâchefers d'incinération d'ordures ménagères ou technique routière
Note d'information SETRA
août 1997
- Les mâchefers : des granulats pour la route
Compte-rendu de la journée Ile de France-Est - UNPG -DRE Ile de France - YPREMA
juin 1999
- Comportement mécanique et environnemental de deux chaussées anciennes réalisées avec des mâchefers d'incinération d'ordures ménagères
Bulletin des laboratoires des ponts et chaussées n°227
juillet-août 2000

3. LES OUVRAGES :

- Guide technique pour la réalisation des remblais et des couches de forme
1992
- Guide technique conception et dimensionnement des structures de chaussée
décembre 1994
- Les mâchefers d'incinération d'ordures ménagères ; Guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux d'Ile de France
Charles CIMPELLI et Michel KERGOET (LERP) – Maurice LEFORT (LROP)
novembre 1998
- Plans départementaux d'élimination des déchets ménagers et assimilés.
ADEME
avril 2000
- Plan d'assurance de la qualité.
Société PréFerNord
octobre 2000

