

MIOM

Version mise en ligne en avril 2013

1 Unité fonctionnelles

Les données d'inventaire concernant les mâchefers d'incinération des ordures ménagères (MIOM) sont définies en fonction du système que l'on étudie. Quatre échelles peuvent être identifiées et des unités fonctionnelles correspondantes sont les suivantes :

- 1 tonne d'ordures ménagères incinérée,
- 1 tonne de MIOM lors de leur élaboration (traitements de préparation pour l'utilisation),
- La quantité nécessaire pour construire 1m² d'infrastructure ou 1km d'une infrastructure définie (largeur et épaisseur).

2 Présentation des process donnant un ICV

2.1 Système de production primaire

Le système de production des MIOM correspond à l'incinération des ordures ménagères, présenté en figure 1. Le système est séparé selon le procédé de production a), et l'élaboration des MIOM b) (zone grisée) permettant de les rendre aptes à être utilisées..

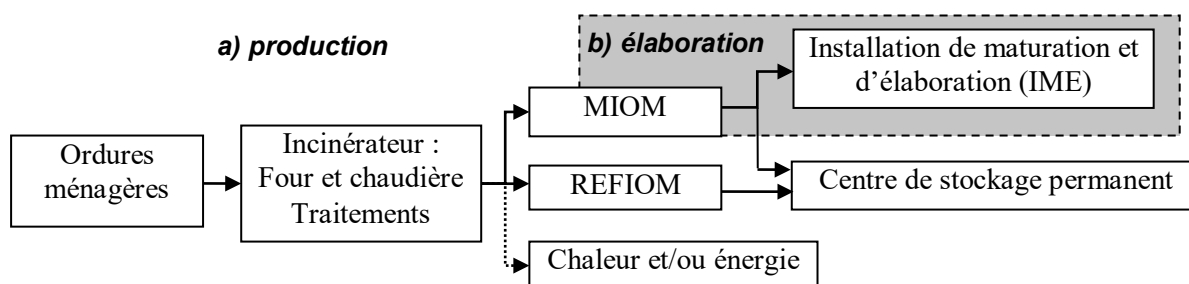


Figure 1: Système de production des MIOM

2.2 Système d'utilisation

Une fois traités, les MIOM peuvent être utilisés en technique routière, comme illustré en figure 2. Il s'agit alors d'une substitution de granulats naturels.

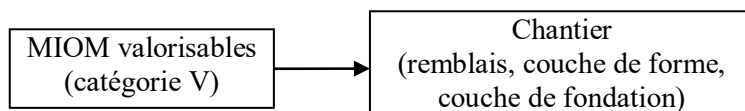


Figure 2: Système d'utilisation des MIOM

Un seul inventaire des flux unitaires est nécessaire pour les différentes utilisations qui recourent aux mêmes engins.

2.3 Analyse des inventaires

Des précisions sur les données d'Inventaire sont fournies dans le tableau 1.

Tableau 1: Analyses des inventaires concernant l'utilisation des MIOM dans les infrastructures de transport

| Etape du cycle de vie | Matières premières | Transport | Fonctionnement des équipements | Construction des installations | Entretien des installations | Prise en compte des flux liés à la production d'énergie | Stockage du produit |
|--|--------------------|-----------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---|---------------------|
| Incinération des ordures ménagères EASE, Elaboration en IME | | | | | | | |

3 Données disponibles

3.1 Issues du procédés de production et utilisation

Le tableau 2 présente les procédés de l'élimination des ordures ménagères par incinération, qui conduit à la production de MIOM. Ce tableau indique également les références de travaux d'ACV et d'inventaires disponibles.

Tableau 2: Procédés d'incinération des ordures ménagères et références ACV correspondantes

| | Production / Stockage | Production de déchet | Devenirs du déchet |
|-----------------------|---|----------------------------|---|
| Processus | Transport ordures ménagères Chaudière et four Récupération des fumées | MIOM à valoriser REFIOM | IME puis valorisation (route ou autre ?) ou décharge |
| Références ACV | Ecoinvent ELCD Données spécifiques (ADEME...) | | Mise en décharge (ISDND en France) : ecoinvent (décharge 'résidus' et ELCD |

Seuls les MIOM de catégorie V peuvent être utilisés. Si les critères de cette catégorie ne sont pas atteints, les MIOM sont envoyés depuis l'installation de maturation et d'élaboration (IME) dans une décharge de classe 2 après des tests de lixiviation (déchets non dangereux).

Le tableau 3 présente ces procédés et les différentes utilisations possibles du matériau. Le centre de maturation est cité dans le tableau 2.

Tableau 3 : Procédés d'élaboration du matériau, ses utilisations et données d'inventaires disponibles

| | Traitement / Stockage | Utilisation |
|--------------------|-----------------------|-------------|
| Processus | IME | Graves |
| Données ACV | | |

3.2 Issues de l'inventaire

Concernant les incinérateurs, des données génériques sont disponibles, notamment dans un logiciel d'ACV adapté à la gestion des déchets utilisé par l'ADEME et les collectivités locales (WISARD™ développé par la société Ecobilan ; ADEME-Eco-emballage, 2001).

Les installations de maturation et d'élaboration consistent en un stockage où s'effectue la maturation, suivie d'un criblage et d'un déferrailage. Même si des données ne sont pas clairement disponibles actuellement, des données de lixiviation peuvent être collectées à cette étape et des données sur les machines qui remplissent cet usage peuvent être obtenues.

De relativement nombreuses données bibliographiques et modèles d'estimation sont disponibles sur la lixiviation des MIOM, notamment quand ils sont utilisés en technique routière (Descat , 2003 ; Dabo, 2008, BRGM-ADEME).

4 Bibliographie sur l'ACV sur l'utilisation des MIOM

Le cas des MIOM est particulier puisqu'ils appartiennent à la catégorie des déchets. A ce titre, les flux liés à l'incinération et aux traitements des résidus d'incinération (MIOM et REFMIOM) pourraient être affectés au cycle amont, producteur des déchets, ce qui n'est pas évident dans le cas des ordures ménagères. Une autre approche a été de réaliser des ACV ciblant les modes d'élimination des déchets, afin de comparer les différentes options (mise en décharge, recyclage, valorisation matière ou énergie).

La production de MIOM n'est pas souhaitée, mais son utilisation permet de réduire la quantité de déchet envoyé en décharge, volonté marquée dans la réglementation européenne et française, et d'économiser des ressources naturelles (granulats par exemple pour le routier). Dans cette situation, deux questions se posent sur les flux : est-il pertinent d'affecter aux MIOM les flux liés à l'incinération et ceux liés à leur maturation ?

Les MIOM contiennent des substances qui peuvent être lixiviées (métaux lourds et sels) en cas de pluie. Il s'agit de la principale source de flux polluants liés aux MIOM, qui définiront si ces matériaux seront ou non valorisés. La majorité des lixiviats peut être récupérée dans certaines conditions (IME, décharge). Dans le cas contraire, les polluants sont directement relargés dans le milieu naturel (eaux souterraines ou de surface).

Utilisation du matériau :

Deux approches recourant à de l'ACV ont été trouvées sur les MIOM : en évaluation des risques sanitaires du cycle de vie (Shih, 2011) et un modèle d'évaluation des impacts environnementaux du cycle de vie des MIOM (Birgisdóttir, 2005) qui a été appliqué à deux cas d'étude.

L'étude de Shih and Ma (2011) a combiné une approche du cycle de vie et l'évaluation des risques sanitaires liés à l'utilisation de MIOM en construction routière. Les polluants suivis (arsenic, cadmium, chrome et plomb) ont été sélectionnés sur la base de leur présence dans les textes normatifs de lixiviation des décharges de Taiwan et de leur toxicité. Ils ont étudié l'impact de l'utilisation des MIOM dans les routes selon plusieurs scénarios de durée de vie des infrastructures sur les risques encourus par les travailleurs et les riverains des différents sites. L'étude ne s'intéresse pas à l'étape de production et se concentre sur l'évaluation des différents scénarios de devenir des MIOM.

Au Danemark, un outil d'ACV, appelé ROAD-RES, a été développé pour la construction de route et l'évacuation de déchets, notamment des MIOM (Birgisdóttir, 2005). L'évaluation des impacts est réalisée selon la méthode EDIP97, proposant des indicateurs pour les catégories d'impact suivantes : changement climatique, formation d'ozone photochimique, eutrophisation, acidification, toxicité via l'air, via l'eau, via le sol, écotoxicité via l'eau, via le sol et écotoxicité stockée via l'eau ou via le sol (au-delà de 100 ans). Deux études sur les MIOM (Birgisdóttir., 2006 ; Birgisdóttir., 2007) ont utilisé cet outil et sont détaillées ci-dessous.

La première application (Birgisdóttir., 2006) concerne la comparaison de deux scénarios pour la construction d'1km de route secondaire au Danemark, d'une durée de vie de 100 ans. Le premier scénario concerne une route construite uniquement à partir de matériaux naturels, alors que dans le second des MIOM sont utilisés en remplacement en sous-couche routière. Les étapes considérées sont le terrassement, la construction de la chaussée et des travaux additionnels (marquage au sol...), la maintenance régulière, celle de la chaussée et celle d'hiver. Dans le second scénario, on considère que l'évitement de la mise en décharge des MIOM grâce à leur utilisation est un bénéfice environnemental, ce qui signifie que les flux évités seront soustraits à ceux du scénario. La distance de transport des MIOM est supérieure à celle estimée pour les granulats naturels. La seule différence soulignée liée à la présence de MIOM concerne la lixiviation de métaux lourds et de sels. L'étude conclut à un impact quasi-identique des deux scénarios, l'impact de l'utilisation de MIOM dans les routes étant compensé par l'impact qu'ils auraient eu dans une décharge.

Dans la seconde étude (Birgisdóttir, 2007), les scénarios comparés traitent de la mise en décharge et de l'utilisation de MIOM. Les hypothèses de travail sont bien décrites, comme par exemple les précipitations et les distances. Le scénario de mise en décharge comprend uniquement les consommations d'énergie et la lixiviation qui s'ensuit. Le scénario «route» comprend uniquement les consommations d'énergie et de ressources correspondant à la construction de cette même route avec des matériaux naturels, mais avec des distances de transport plus grandes et la prise en compte de la lixiviation de polluants. L'utilisation de MIOM (substitution) permet

d'éviter à la fois la production et le transport de matériaux naturels, les flux correspondants sont soustraits de l'inventaire. Les résultats obtenus indiquent que l'impact le plus important des MIOM est sur l'écotoxicité aquatique. Les différences d'impact entre les deux scénarios s'avèrent être marginales pour l'ensemble du cycle de vie des MIOM. En adoptant un point de vue plus large, il est possible de noter que l'étude ne prend pas en compte le fait que la route aurait quand même été construite dans le scénario décharge. Aucun indicateur de la consommation d'espace n'a été utilisé. D'après ces documents, la méthode des impacts évités est appliquée pour intégrer le rserecyclage.

5 Références

- ADEME, [Eco-emballage, 2001 : déchets ménagers : leviers d'améliorations des impacts environnementaux - les enjeux, les outils, les applications locales. Connaître pour agir](#), 58 p.
- Birgisdóttir, 2005 : Birgisdóttir H., Life cycle assessment model for road construction and use of residues from waste incineration. Thèse, Institute of Environment & Resources, Technical University of Denmark, 45 p.2005.
- Birgisdóttir, 2006 ; Birgisdóttir H., Pihl K.A., Bhandar G., Hauschild M.Z., Christensen T.H., Environmental assessment of roads constructed with and without bottom ash from municipal solid waste incineration. Transportation Research Part D 11, 358–368, 2006.
- Birgisdóttir, 2007 : Birgisdóttir H., Bhandar G., Hauschild M.Z., Christensen T.H., Life cycle assessment of disposal of residues from municipal solid waste incineration: Recycling of bottom ash in road construction or landfilling in Denmark evaluated in the ROAD-RES model. Waste Management 27, S75–S84, 2007.
- BRGM-ADEME, 2008 [Mâchefers d'incinération des ordures ménagères. Etat de l'art et perspectives, 2008](#)
- Dabo, 2008 : Dabo D., Impact environnemental des mâchefers d'incinération d'ordures ménagères (MIOM) valorisés en technique routière : Caractérisation, expérimentations multi-échelles et modélisation hydro-géochimique. Thèse de l'Ecole nationale Supérieure des Mines de Paris, 262 p. 2008.
- Descat , 2003 ; Descat M. et Pagotto C., Evaluation de l'impact environnemental de l'utilisation de mâchefers d'incinération d'ordures ménagères en sous-couche routière - Rapport final SODEVEC. Etude collective menée par SODEVEC pour le Syndicat National du Traitement et de la Valorisation des Déchets Urbains et Assimilés (SVDU), 103 p.,2003.
- Shih, 2011 : Shih H.-c. and Ma H.-w., Assessing the health risk of reuse of bottom ash in road paving. Chemosphere 82, 1556–1562.2011.

6 Références

| | |
|---------------------------------------|--|
| Auteurs | Véronique Lépicié (IFSTTAR) |
| Relecture d'experts | Agnès Jullien (IFSTTAR), Bogdan Muresan-Paslaru (IFSTTAR), Chantal Proust (Université d'Orléans) |
| Relecture bureau | Laurent Château (ADEME) |
| Date de mise en ligne, version finale | avril 2013 |

