

L'OUTIL GESTION DES DÉCHETS MÉNAGERS D'ECOBILAN

Olivier Muller, Marc Boidot-Forget, Véronique Monier*

Ecobilan SA

Ecobilan a développé un logiciel d'évaluation des impacts sur l'environnement associé à différents types de traitement des déchets ménagers. L'outil permet de comparer différents scénarios de traitement des déchets, dont l'incinération, le recyclage, la mise en décharge. Une attention particulière a été consacrée à l'interface utilisateur, qui permet de se déplacer rapidement entre les différentes parties du logiciel. La construction du système et les calculs sont effectués automatiquement avec **TEAM™**, le logiciel d'Ecobilan de calcul des analyses du cycle de vie. Des jeux de graphiques peuvent alors être tracés et permettre de représenter les flux comptabilisés (environ 150) et les impacts sur l'environnement disponibles dans l'outil (environ 20).

Ecobilan has developed a software tool designed to assess the environmental burdens of any collection-sorting-downstream treatment scheme of any domestic waste. The tool allows any comparison between alternative waste management scenarios, including incineration, recycling, landfilling. A special emphasis is put on the user's interface, which enables easy and quick navigation through the tool. The construction of the system and the calculations are automatically performed upon request by **TEAM™**, Ecobilan's Life Cycle Assessment software tool. Sets of graphics can be generated and give insight into the inventory of the flows (around 150 are listed) and into a large set of environmental impacts (around 20 can be computed).

DIVERSITÉ DES FILIÈRES DE FIN DE VIE DES DÉCHETS MÉNAGERS

Devant la diversité des moyens de collecte et de traitement des déchets ménagers existant actuellement en France, les collectivités locales, le législateur, les opérateurs de traitement sont amenés à proposer, à choisir. Suivant quel(s) critère(s) ? Bien souvent, les critères économiques (prix de revient à la tonne, nombre d'emplois créés) prédominent. Qu'en est-il des critères environnement ? Pour permettre aux décideurs de choisir en connaissance de cause, l'outil gestion des déchets ménagers développé par Ecobilan per-

met, à partir de paramètres entrés par l'utilisateur et en utilisant la démarche de l'analyse du cycle de vie, d'évaluer l'impact sur l'environnement d'une solution de traitement des déchets.

L'outil développé et commercialisé par Ecobilan permet de représenter différents types de collecte (porte à porte sélectif ou non, apport volontaire) ainsi que différents types de traitement (recyclage de divers matériaux, incinération, mise en décharge).

L'outil fonctionne sous environnement Windows (3.1, Windows NT, Windows 95). Une version réseau adaptée aux emballages sera prochainement installée chez Eco-Emballages. Un outil spécifique à l'incinération est également commercialisé¹.

LE POINT DE VUE DES ÉCOBILANS

Depuis quelques années, un cadre méthodologique d'analyse des impacts sur l'environnement associés à tout système de production a été débattu au sein de sociétés scientifiques (comme la Setac, Society of Environmental Toxicology and Chemistry) et normalisée (norme Afnor X30-300 parue en avril 1996 et norme ISO 14-440 en cours de définition). Cette méthodologie, appelée analyse du cycle de vie, s'applique en particulier au cas de la collecte et du traitement des déchets ménagers.

Quatre étapes sont définies dans la norme française sur les analyses du cycle de vie, fixant un cadre général d'étude et garantissant ainsi la rigueur et la transparence nécessaire à ce type de travail :

- la définition des objectifs,
- l'inventaire des flux ou facteurs d'impacts sur l'environnement (ou encore écobilan au sens strict),
- l'évaluation des impacts sur l'environnement provoqués par les flux recensés,
- l'interprétation des résultats.

L'inventaire attaché à un produit, un déchet dans le cadre de cet article, comptabilise les flux matière et énergie (consommations de matériaux, d'électricité, rejets de polluants dans l'air, l'eau, le sol, production de déchets et de sous-produits) associés à chaque étape du procédé de pro-

duction, d'utilisation ou de transport. Il comptabilise ensuite les flux « amont » associés à la production des différents produits ou énergies utilisés dans ces étapes jusqu'à remonter à l'extraction des diverses ressources naturelles. Il comptabilise enfin les flux « aval » associés à la fin de vie des sous-produits résultant de ces étapes. Par exemple, si les déchets ménagers sont collectés à l'aide de camions électriques, il faudra prendre en compte dans l'analyse du cycle de vie de la filière étudiée, les impacts associés à la production et la distribution de l'électricité nécessaire à la collecte.

COMPARER CE QUI EST COMPARABLE

Pour pouvoir juger des performances respectives de deux filières de collecte et de traitement, il faut d'abord leur associer des fonctions identiques - l'unité fonctionnelle retenue dans l'outil est : collecter et traiter le même gisement moyen sur un an de déchets ménagers dont la provenance (quartier, collectivité locale, département,...), la quantité (en tonne par an) et la composition (papier, plastiques,...) sont définies par l'utilisateur. Ensuite, la comparaison de systèmes remplissant la même fonction n'a de validité qu'à frontières égales.

Aussi une telle comparaison doit-elle prendre en compte tous les impacts des étapes de collecte et de traitement des déchets, depuis leur production chez les ménages jusqu'à leur devenir « ultime ». En prenant l'exemple de l'incinération, les étapes à incorporer au système d'étude comprennent :

– en « amont » : production et acheminement des produits nécessaires, comme la chaux pour le traitement des fumées,

– en « aval » : mise en décharge de classe I des cendres volantes, utilisation des ferrailles récupérées dans les mâchefers d'incinération par des aciéries électriques.

Or, certaines filières ne se contentent pas d'éliminer des déchets, elles ont également une fonction de production de matière ou d'énergie : certains incinérateurs produisent de l'électricité, et/ou de la vapeur, le recyclage produit des matériaux qui ont une valeur pour l'industrie.

D'une façon générale, il existe deux façons d'analyser de tels sites « multi-fonctionnels »¹ : soit répartir les impacts du site entre les différentes fonctions remplies, au moyen de règles d'imputation à justifier, soit créditer le bilan associé à l'une des fonctions des économies d'impacts sur l'environnement associés aux autres fonctions. Par exemple, les impacts liés à l'incinération de déchets ménagers avec récupération d'électricité comptabilisent l'ensemble des impacts du site mais sont diminués des impacts associés à la production d'électricité en France. Cette démarche suppose que les mégajoules produits par l'incinérateur permettent effectivement d'économiser autant de mégajoules électriques qui en l'absence de l'incinérateur seraient produits par les filières classiques d'EDF (nucléaire, charbon, fioul notamment).

Cette opération est nécessaire pour ne pas défavoriser une telle filière d'élimination des déchets avec production d'énergie par rapport à une autre filière qui se contenterait

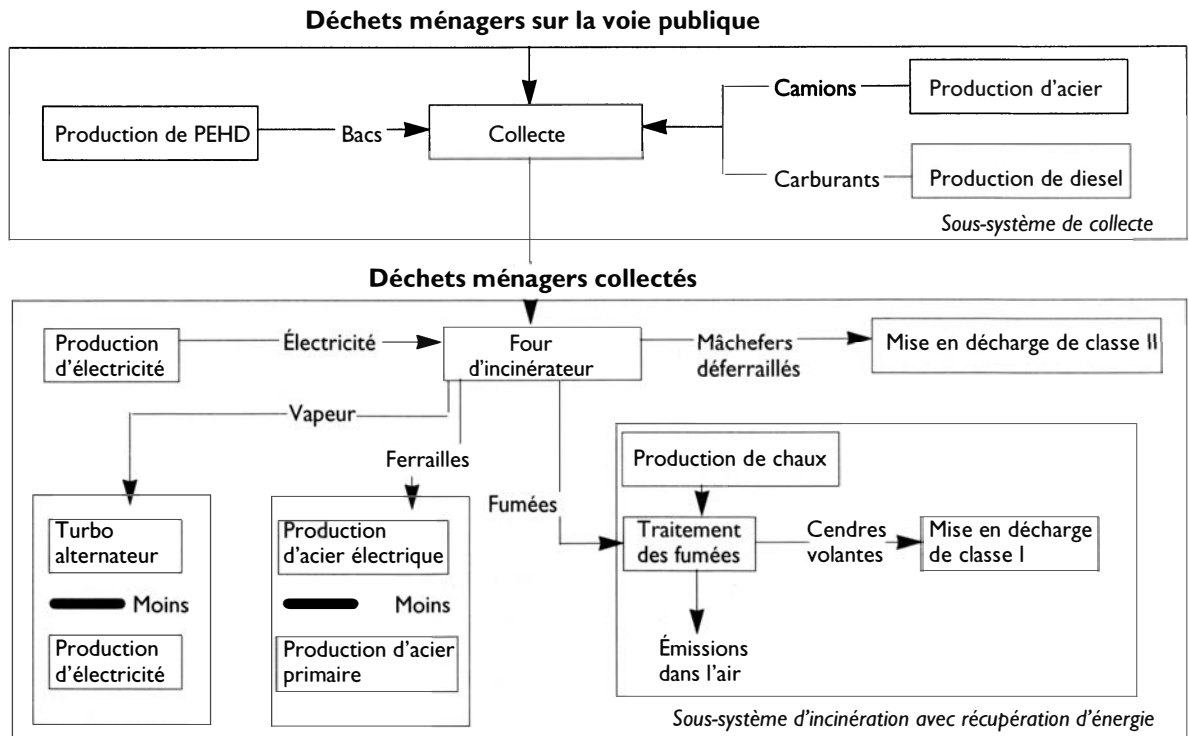


Figure 1 : Exemple simplifié d'un système étudié pour déterminer les impacts sur l'environnement d'une filière associant collecte en porte-à-porte et incinération avec récupération d'énergie des déchets ménagers

d'éliminer des déchets (incinérateur sans récupération d'énergie par exemple, mise en décharge de classe II sans valorisation du biogaz). De même, le recyclage des bouteilles de verre permet d'économiser des matières premières et de l'énergie dans le four verrier : les avantages et inconvénients de la collecte et du recyclage de verre sont donc comparés aux avantages et inconvénients de l'approvisionnement en matières premières et de la production de verre primaire. On découvre ainsi que la comparaison de deux filières de traitement des déchets ménagers passe obligatoirement par l'incorporation dans les systèmes d'étude d'un certain nombre de procédés industriels bien éloignés de la gestion des déchets *stricto sensu* !

De plus, comme l'exemple de Paris développé plus loin l'illustrera, les résultats des comparaisons peuvent largement dépendre de la précision des modélisations effectuées pour représenter ces procédés industriels (filières de recyclage, filières de production de l'énergie,...) : utiliser un modèle de production d'électricité moyen européen n'est pas adapté à l'étude d'un site à l'échelle d'une ville française par exemple où le modèle adéquate de production d'électricité est le modèle français, dont les impacts sur l'environnement ne sont pas les mêmes que ceux du modèle européen. Pour obtenir des résultats fiables, il importe donc de disposer des données les plus précises possibles, directement fondées sur le recueil d'informations sur les sites plutôt que sur des données bibliographiques.

CRITÈRES DE CHOIX EN MATIÈRE D'ENVIRONNEMENT

Les différentes données collectées sur les sites sont traitées informatiquement et produisent les écobilans, matrices qui comportent souvent un ensemble de 200 à 300 lignes ou « flux élémentaires », traduisant les flux matière aux entrées (consommation de matières premières, d'eau) et aux sorties (émissions dans l'atmosphère, rejets dans l'eau et le sol, production de déchets) des systèmes. Les données peuvent être détaillées et groupées en sous-systèmes (transports, sites de traitement, valorisations...).

L'estimation des performances des différents systèmes industriels du point de vue de l'environnement est obligatoirement multi-critères : il n'est pas possible scientifi-

quement de pondérer les impacts sur l'eau, l'air, le sol, la santé... pour aboutir à une note unique. Le passage des écobilans à l'évaluation multi-critère d'un système donné s'appuie sur deux approches : l'analyse des bilans « bruts » de flux matière et énergie et l'estimation de l'impact du système sur un certain nombre de grands thèmes majeurs pour l'environnement (les indicateurs d'impact présents dans l'outil comprennent : l'épuisement des ressources naturelles non renouvelables, l'augmentation de l'effet de serre, l'acidification atmosphérique, la formation d'ozone troposphérique, la destruction d'ozone stratosphérique, l'eutrophisation,...). L'estimation de ces impacts consiste en fait en un regroupement de certains flux élémentaires (exemple : gaz CO₂, méthane notamment pour l'augmentation de l'effet de serre) pondérés par des facteurs reposant sur les connaissances scientifiques actuelles.

Ainsi le décideur dispose-t-il d'un certain nombre de critères d'égale importance pour évaluer les points forts et les points faibles de chacune des filières. Or, il est actuellement impossible de privilégier dans l'absolu une solution de traitement A qui économiserait plus les ressources naturelles qu'une solution B mais qui polluerait plus les eaux que B. La confrontation de l'ensemble des résultats peut ainsi aboutir à des verdicts mitigés. Cependant, comme l'exemple suivant va le montrer, il est possible, grâce à une préférence liée au contexte local, de fixer des ordres de priorité et donc de choisir une solution au détriment d'une autre.

Exemple d'un projet réalisé pour la mairie de Paris

La mairie de Paris étudiait en 1993 la possibilité de mettre en place une collecte sélective de bouteilles d'eaux minérales en PVC et PET en vue de leur recyclage (Les bouteilles de PVC issues des collectes sélectives sont actuellement recyclées en tubes d'assainissement bi-peaux et se substituent à du PVC vierge. Les bouteilles de PET sont, elles, recyclées en fibres de rembourrage pour vêtements et se substituent à du PET vierge). A partir de données relatives à un arrondissement de la ville de Paris concernant la collecte, le tri et le traitement des ordures ménagères, Ecobilan compara donc deux solutions de collecte et de trai-

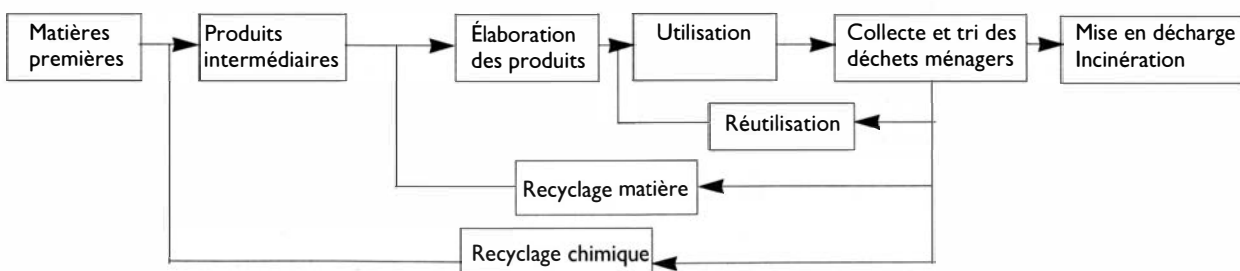
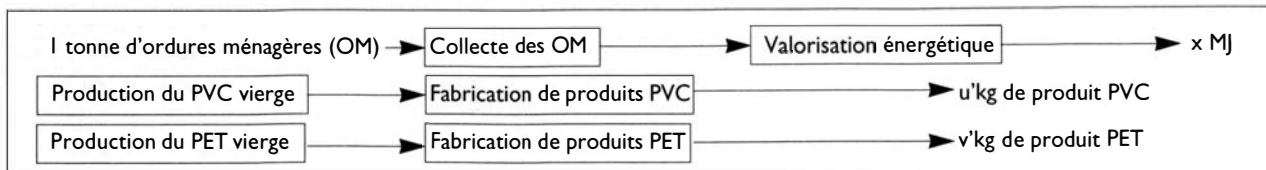


Figure 2 : Exemple de systèmes industriels pris en compte dans l'outil. Différentes étapes industrielles peuvent être économisées grâce aux déchets ménagers au moyen de différentes opérations industrielles (exemple : lavage pour la réutilisation, broyage et flottation pour le recyclage matière). Le bilan global pour l'environnement dépend des produits, des techniques employées

Système de référence



Système prospectif

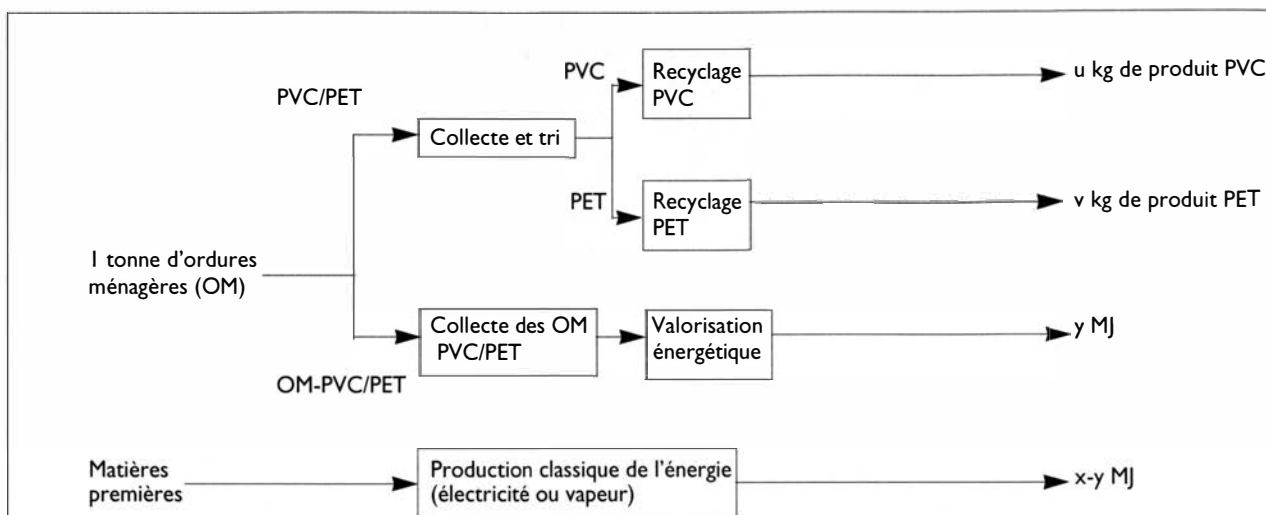


Figure 3 : Exemple de comparaison de deux solutions d'élimination des ordures ménagères

tement des ordures ménagères par la modélisation représentée figure 3.

– solution de référence : l'ensemble des ordures ménagères est collecté puis incinéré et de la vapeur pour chauffage urbain est produite. Les produits PVC et PET sont produits avec du plastique vierge.

– solution prospective : une fraction des bouteilles en PVC et en PET est collectée sélectivement. Dans le cas d'hypothèses prospectives, ces plastiques sont envoyés en filières de recyclage. Le reste des ordures ménagères est toujours incinéré dans les mêmes conditions.

Dans la situation prospective, l'incinération des ordures ménagères permet de produire moins de vapeur car les bouteilles plastiques maintenant déviées vers le recyclage contribuaient fortement à produire de l'énergie dans la situation de référence. Ainsi, pour produire autant de vapeur que dans la situation de référence, on considère la fabrication classique de vapeur à Paris : avec des chaudières à charbon (75 %) et au fuel (25 %).

Dans le cas particulier au projet, le passage de la situation de référence à la situation prospective se traduit notamment par :

- l'augmentation de l'effet de serre et de l'acidification atmosphérique,
- la diminution de l'eutrophisation et de l'épuisement des ressources non renouvelables.

Le passage à la situation prospective crée également un paradoxe : l'augmentation des émissions de HCl. « L'augmentation de l'émission de HCl qu'entraînerait dans

les hypothèses prises, la collecte sélective des bouteilles plastiques, notamment en PVC, est apparue paradoxale et elle frappe tout particulièrement puisque l'émission d'HCl est la motivation n° 1 avancée depuis 20 ans pour la mise en place de collectes sélectives de bouteilles d'eau minérale. L'explication en est relativement simple : dans les hypothèses retenues, il y aurait substitution de l'énergie produite par les bouteilles plastiques qui seraient collectées séparément par de l'énergie produite en centrale au charbon (situation de la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain). Le fait que le charbon ait un contenu de 0,1 % en chlore et que l'émission d'HCl consécutive ne fasse l'objet d'aucun traitement explique aisément le paradoxe »².

La décision d'introduire la collecte sélective du PVC et du PET n'est donc ni globalement pertinente ni entièrement à rejeter. Que décider, dans ces conditions ?

A défaut de méthode scientifique d'évaluation des pondérations des impacts environnementaux, l'utilisation de pondérations propres au décideur permet de hiérarchiser ces impacts. Ces critères peuvent concerner :

- la géographie : le flux (consommation, émission, rejet) survient-il sur le territoire dépendant du décideur ou en dehors ?
- les préoccupations prioritaires : air, eau, déchets,
- la quantité : le flux est-il, en quantité, important ?
- l'esthétique,
- le coût...

L'ensemble des caractéristiques de la situation étudiée (économie de matériaux vierges liée au recyclage, collecte en

zone urbaine, réseau de chauffage urbain alimenté au charbon...) explique les conclusions balancées du projet. Dans le cas du projet pour la mairie de Paris, en privilégiant les critères suivants :

- géographie : flux survenant sur le territoire,
 - préoccupations prioritaires : pollution de l'air,
 - quantité : flux importants,
- la décision de conserver la situation de référence et de ne pas mettre en place la collecte sélective du PVC et du PET est plus favorable en terme d'impacts sur l'environnement.

LES APPORTS DE LA MÉTHODOLOGIE DES ÉCOBILANS AU PROBLÈME POSÉ

La méthodologie des écobilans appliquée à la gestion des déchets ménagers permet donc de répondre à un certain nombre de questions :

- établir, avec une démarche rationnelle et transparente, la liste des points forts et faibles de différentes filières de traitement des déchets ménagers.
- déceler les paramètres sensibles, les « leviers » sur lesquels on pourra éventuellement jouer d'un point de vue réglementaire ou technique (exemple : munir les décharges de torchères) pour améliorer les solutions existant actuellement ; on peut de plus mesurer l'amélioration apportée par le progrès technique.
- comparer différentes options techniques encore à l'étude. L'ensemble des filières susceptibles d'être analysées comprend toutes les filières existantes, mais couvre aussi toutes les filières à l'étude (exemples : camions de collecte roulant au diester, filière de recyclage chimique des plastiques).
- définir la liste des points sur lesquels des expériences et des mesures complémentaires pourront affiner les résultats, dans le cas où l'incertitude sur les données est grande (exemple : cas de la décharge de classe II, véritable bio-réacteur naturel, où les matières organiques fermentent pendant des dizaines d'années).

La méthode des écobilans possède les avantages suivants :

- elle se prête très bien à la simulation informatique.
 - elle peut combiner un inventaire des flux économiques à celui des flux matière et constituer un véritable outil de gestion des déchets ménagers.
 - elle peut constituer un outil multi-critères d'aide à la décision, comme l'exemple précédent l'a montré.
- Cependant, comme toute modélisation, il faut rappeler que cette méthode a les limites propres à toute entreprise de cette nature :
- la qualité des résultats dépend de la qualité des données qu'on y apporte.
 - les résultats dépendent des hypothèses posées et de la définition même du problème. Ainsi, il s'agit ici de comparer des filières d'élimination des déchets, ce qui exclut notamment du système, pourtant déjà très vaste comme nous l'avons vu, la fabrication des différents produits qui se retrouvent dans les déchets (comme les emballages par exemple). Or, d'un point de vue encore plus global, on

peut penser que, pour bien répondre au problème de la gestion des déchets, dont le problème de la comparaison des filières de traitement est issu, il faudra prendre en compte l'ensemble du cycle de vie des produits qui deviendront des déchets ménagers.

* **Olivier Muller, Marc Boidot-Forget, Véronique Monier**
Ecobilan SA, 13-15 rue Buffon 75005 PARIS

Note :

1. Voir un prochain numéro d'Environnement & Technique - SET Éditeur - 7, chemin de Gordes - 38100 Grenoble - Tél. : 76 43 28 64 - Fax : 76 56 94 09

Bibliographie

1. *System Boundaries*, B. Heintz, P.F. Baisnée, Life Cycle Assessment, Workshop Report, pp. 32-52, Setac Europe, Bruxelles, avril 1992.
2. R. Guillet, ingénieur en chef de la Ville de Paris, *Ordures ménagères, chlore et PVC*, L'actualité chimique, novembre 1994.