

LES EXTERNALITES ENVIRONNEMENTALES ET L'OPTIMUM SOCIAL DES MODES D'ELIMINATION DES DECHETS EN ALGERIE

Ibrahim **DJEMACI** *

Résumé :

Cet article examine la question du mode d'élimination des déchets municipaux en Algérie. Trois options ont été comparées en utilisant l'analyse coûts-bénéfices au sein d'un ensemble de communes de la wilaya de Boumerdès, à savoir la mise en décharge, l'enfouissement technique et le compostage. Face à la prédominance des déchets organiques dans la composition des déchets municipaux, une combinaison de compostage et du recyclage reste la meilleure solution d'élimination. L'intégration des coûts sociaux dans l'analyse donne un coût social net (CSN) de l'option compostage/recyclage de (-4209 DA/T). En revanche, si nous ne procédons qu'au calcul des coûts privés en écartant les coûts externes, la mise en décharge est l'option la plus efficace avec un coût à la tonne de 1412 DA.

Mots clés : Elimination de déchets, Compostage, Enfouissement, Analyse couts-avantages, Algérie.

Code JEL: Q01, Q28, Q42

1 Introduction

Nous discutons dans cette étude de savoir comment les déchets peuvent être éliminés et comment leurs externalités négatives influencent sur le choix du mode d'élimination. Les propriétés physiques et thermiques des différents types de déchets solides, tels que la valeur calorifique et l'humidité, donnent une indication raisonnable de cette externalité. Toutes les options d'élimination existantes, à savoir la réutilisation, le recyclage, le compostage, l'incinération et l'enfouissement, conduiront à des externalités

* Enseignant, Université de Boumerdès, chercheur permanent, Laboratoire REDYL Université de Tizi-Ouzou, chercheur associé, Laboratoire CREAM Université de Rouen (France).

environnementales. Elles peuvent être des nuisances de voisinage (bruit, odeur), de pollution de l'air et de l'eau, d'impact sur la santé...etc. Et comme il est très difficile d'éliminer l'intégralité de ces externalités négatives, la plupart des États ont adopté des politiques sur la base d'une liste hiérarchique des modes d'élimination. Selon cette hiérarchie, la prévention est la meilleure option, suivie par le recyclage/la réutilisation, le compostage, l'incinération et enfin l'enfouissement. La hiérarchie des méthodes d'élimination et de traitement des déchets a été utilisée comme un principe d'orientation des politiques en matière de gestion des déchets en Europe depuis les années 1970. En revanche, des études socio-économiques montrent que la hiérarchie peut manquer de fournir des indications sur la manière de prioriser ces différentes méthodes d'élimination et de traitement des déchets en fonction de la désirabilité sociale, autrement dit, en fonction des coûts et des avantages sociaux.

En Algérie, la gestion des déchets municipaux constitue un problème majeur, car elle repose dans une large mesure sur la pratique d'élimination traditionnelle (mise en décharge). Ce mode est à l'origine d'une grande partie de la dégradation de l'environnement. Le plus souvent, les déchets ménagers solides finissent dans des décharges au bord des oueds. De même, dans les zones rurales, les déchets solides sont jetés aux bords des routes. Ces résultats pratiques d'élimination contribuent à la dégradation de la qualité de l'eau et représente un risque majeur de santé publique. Afin de lutter contre les externalités négatives des pratiques d'élimination des déchets, le ministère chargé de l'environnement a adopté en 2001, dans le cadre du programme national de gestion intégrée des déchets municipaux (PROGDEM), l'enfouissement technique comme mode d'élimination de déchets. En 2012, selon une déclaration du ministre de l'environnement, le nombre de centres d'enfouissement technique (CET) est de 105, dont 43 en fonctionnement.

Dans ce contexte, la question principale à laquelle nous cherchons à répondre est de savoir si ce mode d'élimination (la mise en CET) est la meilleure option par rapport à la hiérarchie existante ? La composition d'une poubelle d'un ménage algérien est-elle un déterminant essentiel du choix de mode d'élimination en Algérie ? La réponse à ces questions nécessite en premier lieu d'éclaircir les notions théoriques de la méthode optimale d'élimination des déchets en focalisant sur la notion des coûts sociaux nets d'une option

d'élimination. Ainsi, est justifiée l'importance de l'analyse coûts-bénéfices (ACB) dans ce type de problématique. Une brève revue de la littérature utilisant cette méthode sera présentée. Ensuite, nous appliquons cette analyse sur le cas d'un groupement de communes au niveau de la wilaya de Boumerdès en présentant plusieurs alternatives en plus du statu quo.

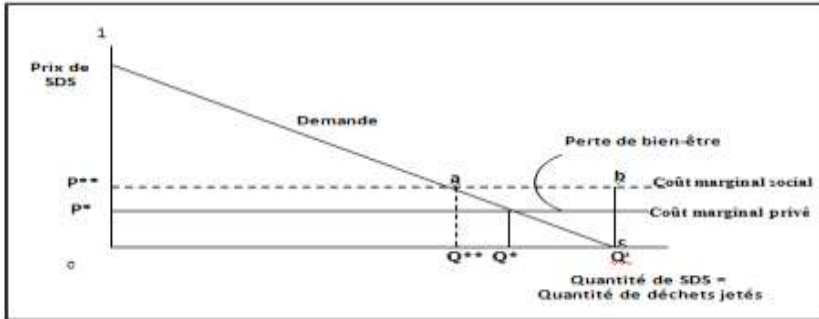
1. Le cadre théorique de la méthode optimale d'élimination des déchets

1.1 Notion des coûts sociaux

La figure 1 illustre la courbe de demande de services de collecte de déchets. Quand le prix des services baisse, la demande de services augmente. Si le prix, c'est à dire le coût marginal d'élimination des déchets est égal à zéro (prix indépendant de la quantité de déchets éliminés), alors les ménages payent un forfait et par conséquent la quantité optimale de déchets jetés sera Q^z . Avec l'introduction de la tarification marginale du service des déchets solides (SDS), les ménages seront désormais facturés à un prix par unité de SDS, supposons, P^* . Notez qu'avec la tarification marginale, la demande de SDS se déplace vers la gauche et se trouve maintenant à Q^* . La demande de SDS telle que mesurée par la quantité de déchets ménagers à éliminer diminue avec l'augmentation de prix en SDS.

Cependant, trouver la taxe optimale d'élimination pose plusieurs problèmes. La taxe d'élimination optimale devrait couvrir aussi bien le coût marginal privé (exemple : coûts d'équipements et de matériels...) et le coût marginal de l'environnement (coûts de la pollution,...) liés à l'élimination et au traitement de DSM. Il est donc important de quantifier tous les effets externes engendrés par le traitement des déchets. Donc, le prix, P^* , devrait intégrer non seulement le coût privé de SDS, mais aussi les coûts externes (coûts relatifs aux externalités négatives,...).

Figure N° 1 : Courbe de demande de services de déchets solides (SDS)



Source: Jenkins (1993)

Dans le même graphique, lorsque le coût marginal externe de SDS est reflété dans le prix de SDS, P^{**} , la demande SDS déplace vers la gauche, au Q^{**} . Il en résulte une nouvelle baisse de la quantité de déchets jetés. Le triangle *abc* représente la perte de bien à la société sous un régime de tarification marginale égal à zéro.

Cependant, comme le montre clairement le graphique 1, le régime forfaitaire mènera toujours à une quantité non optimale de la production de déchets, car les coûts marginaux d'élimination des déchets sont certainement positifs. Le montant forfaitaire est déterminé par la quantité de déchets générés les années précédentes. Le forfait couvre complètement ou partiellement les coûts de collecte et de traitement des déchets solides municipaux. Toutefois, les forfaits ne fourniront pas aux ménages une incitation à réduire la production de déchets lorsque le prix marginal de production de déchets est égal à zéro.

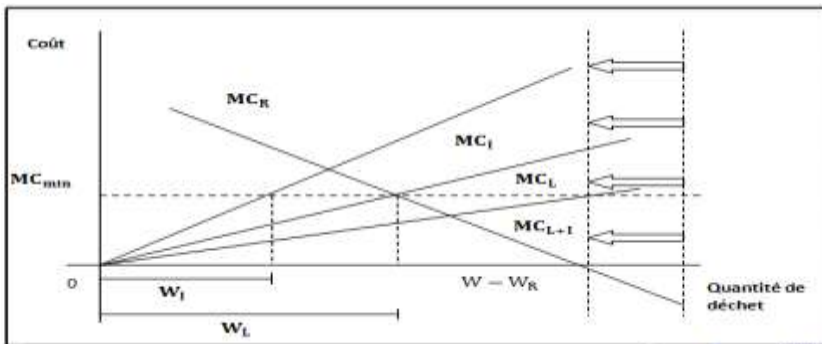
1.2. Problème des coûts financiers

A cet effet, l'adoption d'un système d'élimination de déchets doit prendre en considération les coûts et les bénéfices (privés et sociaux). Brisson (1997) a utilisé un modèle d'optimisation simple pour montrer la méthode d'élimination des déchets optimale. Il suppose que trois options sont possibles : le recyclage (inclus le compostage), l'incinération et l'enfouissement ou la mise en décharge. Le déchet W est recyclé (W_R), incinéré (W_I) ou enfouie (W_L):

$$W = W_R + W_I + W_L$$

La figure 2 illustre la combinaison optimale entre les trois options de gestion des déchets. Le choix entre ces options est basé sur le mécanisme du marché, donc les coûts ne reflètent que les coûts financiers plutôt que les coûts environnementaux. Les ménages ne choisissent de recycler les déchets que si le recyclage offre des avantages. Cela signifie que si le recyclage est laissé aux forces du marché et donc considéré comme exogène au problème de minimisation des coûts, le recyclage aurait lieu jusqu'au point où le profit marginal de recyclage (c'est à dire, $-MC_R$) est égal à zéro. Le reste des déchets ($W - W_R$) devra soit être incinéré ou soit enfoui. Étant donné qu'il n'y a pas de contraintes institutionnelles, le décideur va baser le choix entre les options d'élimination des déchets uniquement sur le coût social net d'élimination et de choisir les niveaux d'incinération et d'enfouissement de sorte que le coût marginal d'incinération soit égal au coût marginal de mise en CET. La ligne MC_{L+I} dans la figure 2 illustre la quantité totale de déchets qui peuvent être enfouis et incinérés à un coût marginal donné. Le coût marginal minimum MC_{min} auquel tous les déchets (égale à la quantité $W - W_R$) peuvent être éliminés est atteint lorsque cette ligne coupe la verticale $W - W_R$. À ce stade, les coûts marginaux d'enfouissement sont égaux aux coûts marginaux de d'incinération. Une quantité de W_I sera incinérée et la quantité W_L sera enfouie.

Figure N°2 : **Combinaison des options de gestion des déchets avec les coûts financiers**



Source: Brisson (1997)

1.3. Problème des coûts sociaux

Les coûts d'élimination de déchets ne consistent pas que dans les coûts financiers, mais aussi dans les coûts de l'environnement. Afin de choisir entre les options d'élimination, ces coûts et avantages environnementaux doivent être pris en considération. Le problème du décideur est de minimiser le coût social net de la gestion des déchets :

$$\begin{aligned} \text{Min } CSN(W) & \\ \text{s. c } W &= W_R + W_I + W_L \end{aligned} \quad (1)$$

d'où $CSN(\bar{W})$ est le coût social net de la gestion des déchets de l'ensemble des déchets. W_R sont les déchets recyclés, W_I sont les déchets incinérés, W_L sont les déchets enfouis. Le coût social net de la gestion est la somme des coûts sociaux nets de chaque option d'élimination.

$$CSN(W) = CSN(W_R) + CSN(W_I) + CSN(W_L) \quad (2)$$

Ce coût social net de chaque option est composé de coûts privés (CP), des coûts externes (CE) et des avantages externes issus des ventes de matériaux recyclés (compostés) (R_r) ou d'énergie (R_{en}).

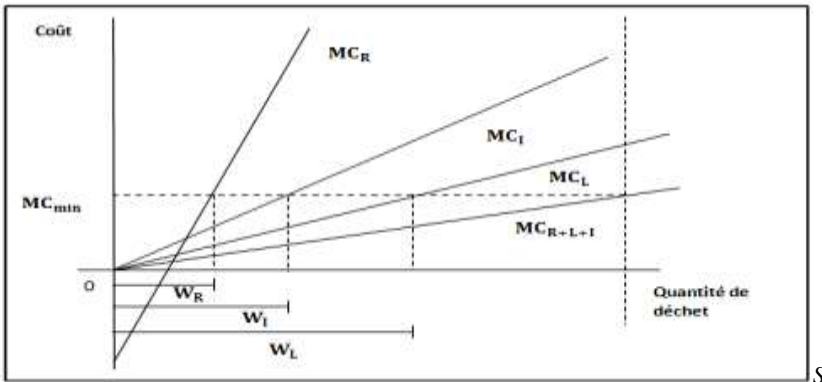
$$\begin{aligned} CSN(W_R) &= PC_R + CE_R - R_r \\ CSN(W_I) &= PC_I + CE_I - R_{en} \\ CSN(W_L) &= PC_L + CE_L - R_{en} \end{aligned} \quad (3)$$

Chacune des options d'élimination entraîne des coûts et des avantages différents. L'enfouissement se traduit par des émissions de méthane. De même que le processus de recyclage n'est également pas exempt de pollution de l'environnement. Parmi les désavantages du recyclage, la qualité des matériaux recyclés est inférieure à la qualité des matériaux vierges. Le traitement des déchets fournit également certains avantages pour la société. Dans le cas du recyclage, il est possible de vendre une partie des matériaux récupérés ; dans le cas d'incinération et d'enfouissement, il est possible de vendre l'énergie. La récupération de matériaux et d'énergie offre des avantages financiers et des avantages environnementaux sous la forme des coûts évités car non causés par la production des matériaux vierges.

Le problème d'optimisation présentée dans les équations 1 à 3 est illustré graphiquement dans la figure 3. Contrairement à la figure 2, le

CSN des trois options de traitement des déchets est représenté par la ligne coût marginal total qui inclut les coûts environnementaux. Par ailleurs, le recyclage n'est plus exogène au problème d'optimisation, mais inclus comme une option. Semblable à l'image précédente, la ligne MC_{R+L+I} représente la quantité totale de déchets qui peut être éliminée, c'est-à-dire recyclée, enfouie ou incinérée étant donné les coûts marginaux. Le coût marginal minimum MC_{min} peut-être encore déterminé (intersection de la ligne W avec MC_{R+L+I}) et les quantités optimales du recyclage, incinération et enfouissement qui peuvent être trouvées.

Figure N°3: **Le niveau optimal de recyclage, d'incinération et d'enfouissement avec la totalité des coûts sociaux**



source : *Brisson (1997)*

La figure 3 montre qu'il n'est pas optimal de recycler tous les déchets. C'est beaucoup trop cher, même lorsque les coûts environnementaux causés par le traitement des déchets sont pris en compte. Cela vaut pour l'incinération comparée à l'enfouissement. Le choix entre les options de gestion des déchets n'est pas aussi facile à hiérarchiser notamment lorsque les gouvernements cherchent à minimiser les coûts.

1.4. Hiérarchie des modes d'élimination de déchets

Idéalement, le choix stratégique du mode d'élimination des déchets devrait être fondé sur des estimations des coûts et des avantages sociaux des différentes options. Non seulement il est important de trouver des poids de bien-être individuel pour ces options

d'élimination et de leurs différentes externalités associées, mais aussi de fournir des informations importantes sur les coûts d'élimination. Comme les poids de bien-être individuel sont intrinsèquement difficiles à obtenir, la littérature en général restreint son analyse à des évaluations coûts-coûts. La meilleure option dans un tel cas est simplement de définir la technologie d'élimination des déchets qui minimise le coût social à la marge. Évidemment, il s'agit de savoir quelle la quantité des déchets devra être recyclé, incinéré et/ou enfoui et ce qui résulte de la fonction de coût social global, soit, le coût marginal de l'ensemble des options possibles. Il est optimal pour le gouvernement d'éliminer ses déchets à travers toutes les options, si pour une quantité donnée de déchets, les coûts marginaux sociaux des trois options égalent les coûts marginaux sociaux de traitement. Si, par exemple, le coût marginal social de l'enfouissement d'une quantité donnée de déchets est supérieur au coût marginal social de l'incinération, l'autorité devrait incinérer tous les déchets dans une perspective de coût social et *vice-versa*.

Comme cela est mentionné ci-dessus, il est important de déterminer la totalité des coûts sociaux du traitement des déchets afin de déterminer l'option optimale. Une des plus grandes difficultés à travers ces coûts est l'estimation des déchets. Cela nécessite une évaluation de la quantité réelle de pollution qui se produit. L'évaluation économique pourrait être utile à cet égard via l'analyse coûts-bénéfices.

A ce titre, les externalités environnementales peuvent être évaluées par une analyse coûts-bénéfices (ACB). Le principe est de comparer des différentes alternatives en se référant aux bénéfices qu'elles produisent pour la société entière et aux coûts sociaux. Ces coûts et bénéfices ne sont pas limités à des opérations d'un marché spécifique. Le critère de bénéfice social net exige la comparabilité des coûts et des avantages en termes monétaires. Cependant, certains coûts et bénéfices ne possèdent pas de marché d'où l'appel indispensable à des méthodes d'estimation des biens non marchands (Commonwealth of Australia, 2006). Ces évaluations sont basées sur les préférences des individus qui peuvent être reflétées par le consentement de chaque personne à payer (CAP) pour une amélioration ou par le consentement à recevoir (CAR) pour une compensation des pertes (Perman et al, 1996). Une des méthodes utilisées, est la méthode des prix hédoniques. Par exemple, le développement d'un site d'enfouissement

peut entraîner une baisse temporaire ou permanente des prix de l'immobilier situé dans un périmètre voisin. Cette valeur négative pourrait être considérée comme un indicateur du coût de visuels, d'odeur et des effets sanitaires du site d'enfouissement (voir par exemple Hite et al., 2001). D'autres méthodes peuvent être utilisées ; nous trouvons la méthode d'évaluation contingente, la méthode de coûts de transport (voir aussi Hanley et Spash, 1993).

Les coûts privés d'une option d'élimination comptent les coûts d'exploitation et d'entretien liés au travail et au capital. Les coûts directs de l'environnement sont liés à l'ensemble des externalités environnementales d'une technologie spécifique, en particulier des pollutions de l'air, de l'eau et du sol. En effet, ces externalités diffèrent largement entre les différentes options d'élimination. Cependant, il existe un lien clair entre le coût privé et le coût environnemental. En général, lorsque des mesures sont prises contre les émissions polluantes dans l'air, l'eau et le sol, le coût privé a tendance à être plus élevé que le coût environnemental (Dijkgraaf et Vollebergh, 2005).

Plusieurs études ont été consacrées à la comparaison de différentes options d'élimination des déchets. Brisson (1997) a réalisé une thèse sur l'analyse coûts-bénéfices sociaux de la gestion des déchets solides municipaux pour les pays de l'UE. Elle a analysé la hiérarchie d'élimination : (1) le recyclage y compris le compostage (2) l'incinération et (3) l'enfouissement. Son calcul des coûts privés et environnementaux de différents modes d'élimination des déchets suggère que le recyclage est le meilleur mode d'élimination. Vollebergh (1997) a calculé le coût social pour des usines de traitement de déchets avec récupération d'énergie aux Pays-Bas. Il a explicitement distingué entre les coûts privés et les coûts environnementaux des déchets et de la fonction d'énergie de cette technologie. Nolan-Itu (2001) présente une évaluation d'un système de tri sélectif en Australie. Cette évaluation est basée sur les données de 200 collectivités, les coûts et des avantages sociaux totaux sont calculés pour le recyclage par rapport à l'enfouissement. Les auteurs constatent un bénéfice social net pour tous les systèmes de recyclage utilisés. Döberl et al. (2002) ont évalué les différents scénarios de gestion des déchets solides municipaux et des boues d'épuration en Autriche par l'approche coûts-bénéfices. Leur analyse montre que l'incinération est la meilleure option, suivie d'un traitement mélando-

biologique. L'enfouissement est la mauvaise option. Bruvold et Nyborg (2002) ont analysé si les efforts de recyclage des ménages devraient être intégrés dans les calculs coûts-avantages des options de traitement des déchets. En utilisant les données pour la Norvège, ils calculent que le consentement à payer des personnes pour améliorer les activités de tri est de 87 dollars par tonne de déchets.

2. Application empirique

2.1. Description de la région pilote

La région pilote est située à l'Est d'Alger, et comporte 6 communes dont trois côtières et trois intérieures. La proximité d'Alger et de Tizi-Ouzou se traduit par une densité moyenne de la population de 471,43 hab/km². La population totale est de 175558 habitants. La zone de l'étude inclut des régions urbaines, en particulier aux Issers et à Bordj-Menaïel, mais aussi à Si-Mustapha. Les zones rurales et agricoles se trouvent dans le reste des communes, mais les développements urbains sont en expansion rapide notamment dans les communes littorales.

Carte N°1 : Localisation de la zone d'étude



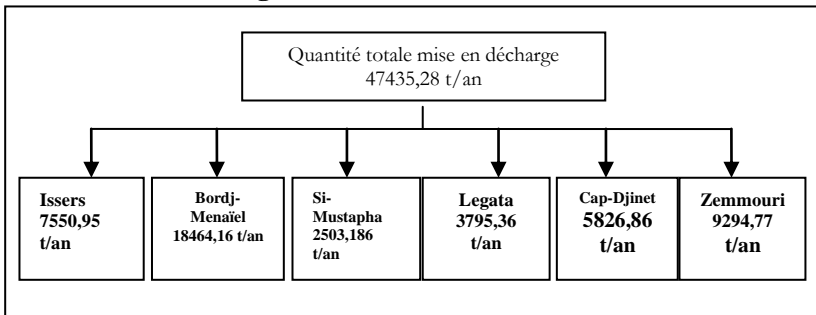
Trois communes sont considérées comme des zones touristiques (Zemmouri, Cap-Djenet, et Legata). Les deux premières communes disposent de ports de pêches. La quantité totale de déchets produite au niveau de ces six communes est de l'ordre de 47435,28 tonnes par an.

2.2 Les différentes alternatives de mode d'élimination de déchets

2.2.1 La mise en décharges

Cette option reprend la situation existante au niveau des six communes de notre cas d'étude. À ce titre chaque commune dispose d'une décharge communale non contrôlée où l'élimination s'effectue de manière anarchique en brûlant les déchets à ciel ouvert. La superficie totale de ces décharges est évaluée à 11 hectares. Le critère spécifique de ces décharges est qu'elles sont implantées à proximité d'habitations, le long des rivières, sur les terrains agricoles ou à côté de massifs forestiers. Ces décharges provoquent des externalités négatives (nuisances pour les habitants, pollution des eaux et des milieux naturels,...). Il s'agit notamment de pollution par infiltration du lixiviat vers les eaux souterraines ou par ruissellement vers les eaux superficielles.

Figure N°4 : Flux des déchets au niveau de l'option 1 (mise en décharge)



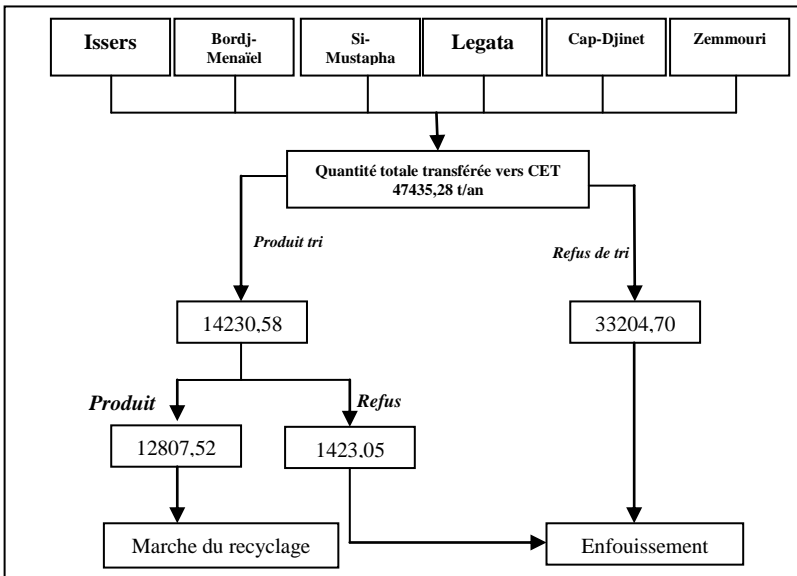
Dans ce cas, nous intégrons une autre option à celles utilisées par Brisson (1997) : la mise en décharge non contrôlée. Alors, la quantité de déchets jetée est totalement éliminée par la mise en décharge, c'est-à-dire $W = W_D = 47435,28t$, $W_R = 0$, $W_I = 0$ et $W_L = 0$

2.2.2 Le centre d'enfouissement technique (CET)

Ce dispositif nécessite tout d'abord une prospection de sites potentiels du CET, un choix du site et une étude d'impact. Le CET doit répondre à des exigences environnementales, telles que la clôture du site et la disposition de pistes internes. Quant aux casiers, ils

munissent protégés d'une geo-membrane pour limiter l'infiltration des lixiviats, ainsi que des moyens de récupérer ces derniers. En plus, il faut récupérer les biogaz. Cette option contrairement à la précédente, demande la création d'un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) qui assure la gestion. Dans notre cas, la direction de l'environnement de la wilaya de Boumerdès (DEWB) a adopté la construction d'un CET intercommunal à Zemmouri pour un coût estimé à 370 millions de DA. Il dessert les communes de Zemmouri, Bordj Menaïel, Legata, Si Mustapha, Cap Djenet et Issers. Il a une capacité de 100 000 tonnes par an avec une durée de vie de 20 ans, soit un volume de stockage des déchets de plus de 1 520 440 m³ équivalents à 1064 308 T (DEWB, 2011).

Figure N° 1 : Flux des déchets au niveau de l'option 2 (CET)



Les déchets produits au niveau des six communes seront acheminés directement au CET et triés avant la mise dans les casiers. Nous supposons ici que le taux des matériaux récupérés est de 30% (sur la base de la composition de déchets), et que 10% de cette quantité sont non revalorisables, le reste étant destiné au marché du recyclage.

Donc,

$$W = W_R + W_L = 12807,52 + (33204,70 + 1423,05),$$
$$W_I = 0 \text{ et } W_D = 0 .$$

2.2.3 Le compostage

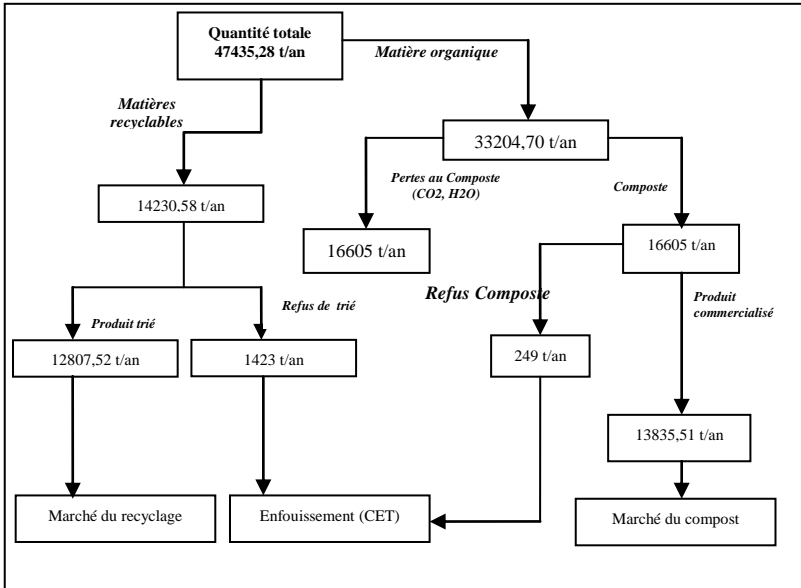
Selon cette option, une station de compostage dotée d'un CET est adopté pour assurer l'élimination de déchets municipaux. Le compostage est une technique qui permet de valoriser les déchets organiques sous forme d'humus dans le cycle de vie. En effet, un compost peut avoir des effets importants sur le sol : amélioration de la stabilité et de la structure du sol, ...etc.;

Dans le processus de compostage, la matière organique se dégrade par une activité microbienne. Donc, la quantité des déchets organiques se réduit à 50%. Sur la base des expériences de la station de compostage de Blida (Grossmann, 2003), nous supposons que :

- La composition en matières organiques est de 70% ;
- La perte au compostage en CO₂ et H₂O est de 50% ;
- Le rendement de tri sur la ligne de compost fin est de 15% ;
- La perte des matières non récupérés dans le processus de recyclage est de 10%.

Le schéma suivant synthétise le flux des déchets :

Figure N° 2 : Flux des déchets au niveau de l'option 3



Toutefois, le financement d'une station de compostage ne peut pas être assuré qu'avec les recettes de vente de compost. Néanmoins, les redevances payées par les municipalités lors du transfert de leurs déchets vers la station devront couvrir une partie importante des coûts de gestion.

$W = W_r + W_c + W_L$ d'où $W_R = W_r + W_c$ les déchets valorisables sont composés de déchets recyclables et de compost. Dans cette situation, $W = 12807,52 + 13835,51 + 249 + 1423$, $W_D = 0, W_I = 0$, la mise en décharge et l'incinération sont écartées.

2.2.4 L'incinération

Cette option a été écartée dans notre analyse pour différentes raisons : des raisons techniques liées à la composition des déchets ménagers qui contiennent plus de 70% de matières organiques avec un taux d'humidité trop élevé et un pouvoir calorifique très bas. Ainsi, la construction d'un incinérateur de 150 à 200 millions d'€, nécessite au moins 2000t/jour de déchets ce qui demande d'agrandir le périmètre de l'étude à d'autres communes. Cette étendue ne peut pas être

réalisée, car les conséquences de cette option vont au-delà de la portée de l'analyse ce qui rend les options non comparables. Des raisons économiques, sont fondées sur les surcoûts dus à la consommation d'énergie (gaz), sur traitement des fumées auxquels s'ajoute le coût de l'équipement. En outre, l'incinération avec récupération d'énergie n'est pas avantageuse du fait que le coût du kWh produit par la Sonelgaz est moins cher que celui produit par incinération.

2.3. Analyse coûts-bénéfices

2.3.1 Calcul des coûts

Coûts de la précollecte, de la collecte et de transfert à la décharge : le calcul de ces coûts a été fondé sur une estimation effectuée au niveau des six communes dans le cadre de la mise en œuvre de la nouvelle politique de gestion de déchets. Ce coût est estimé à 66 982 509,68 DA¹ pour l'ensemble des communes.

Coût d'enfouissement : l'élimination par la mise en CET nécessite trois types de frais : les coûts d'investissement, les coûts de fonctionnement fixes, et les coûts de fonctionnement variables. Dans notre cas, les dépenses d'investissement sont d'une valeur de 370 Millions DA amortissables sur 20 ans. Nous adoptons ici un coût de gestion de 1070DA/t².

Coût d'investissement d'une unité de compostage : les frais d'investissement dans cette option regroupent les dépenses d'une unité de compostage ainsi qu'un CET. Les coûts de la station de compostage sont d'environ 34,15 Millions DA. Le coût du CET reste inchangé. Le coût de gestion d'une tonne de compost a été estimé à 1500 DA/t.

Coût social total : nous avons procédé en deux étapes pour calculer le coût social du service des déchets de notre zone d'étude. Dans la première étape, sur la base des estimations réalisées dans le rapport Metap 2005 relatif au coût de la dégradation de l'environnement côtier en Algérie, nous avons effectué une extrapolation concernant zone sur la base d'un ratio par habitant dans deux cas : hypothèse avec des coûts élevés et avec des coûts bas. Dans la seconde étape, et sur la base des coûts trouvés dans l'étape précédente, nous avons appliqué

¹ Ces chiffres et ceux qui suivent ont été calculés sur la base des schémas directeurs de chaque commune.

² Ce coût inclut les frais d'investissement.

un taux de 0,19% pour trouver la part des déchets dans la dégradation de l'environnement. En effet, cette même étude estime l'impact de cette dégradation sur la santé et la qualité de vie à 1.98 % du PIB, dont 0.19 % imputables aux déchets (salubrité, pollution).

Le coût social présenté dans le tableau suivant est la somme de différents coûts par secteur. Il regroupe les coûts suivants :

- Les pertes liées à la santé publique
- Les pertes liées au secteur du tourisme
- Les pertes liées au secteur de la pêche
- Les pertes liées à l'agriculture
- Les coûts liés aux pertes d'opportunités de loisir
- Les pertes liées à l'écosystème : elles regroupent la perte de production des zones humides, ainsi que la perte de qualité de l'eau d'irrigation
- Les valeurs d'existence du secteur (valeurs esthétiques, valeur culturelle, valeurs des paysages et de biodiversité).

Tableau N° 1 : **Estimation du coût social (DA)**

	Sur la base de l'étude MATE sur le coût de dégradation de l'environnement		Sur la base de 0,19 % du PIB de la dégradation de l'environnement d'origine des déchets	
	H1 haut	H2 bas	H1 haut	H2 bas
Coût santé/an	579 622 521,72	414765180,70	110128279,10	78805384,33
Coûts tourisme/ plages	219 620 549,90	108887499,60	41727904,48	20688624,93
Coût pêche	54 259 194,63	14 533712,85	10309246,98	2761405,44
Coût agricole	140 077 308,60	88 586440,21	26614688,63	16831423,64
Coût loisir	708 691 521,70	113501376,50	134651389,10	21565261,54
Coût d'écosystème	174 347 803,50	105057981,40	33126082,66	19961016,47
Valeur d'existence	371 384 809,00	28 461162,24	70563113,70	5407620,82
Total de dégradation	2248003708,96	873793353,56	427120704,70	166020737,18
Total sans coût santé	1 668381187,2	1332821526,4 4	744113130,28	253236090,02

Source : Estimation auteur

2.3.2 Calcul des différents types de bénéfices

Les bénéfices se distinguent en bénéfices marchands qui font référence en particulier aux recettes des ventes des matériaux récupérés et en bénéfices qui concernent marchands l'amélioration de la qualité de l'environnement.

Recette des ventes des matériaux triés : La quantité de déchets valorisables prise en considération lors du calcul des recettes

représente la quantité susceptible d'être récupérée soit 30% de matières récupérables.

Tableau N° 2 : **Composition des déchets dans la zone d'étude (%)**

	Matières organiques	Plastique	Papier	Autres
Zemmouri	69,22	9,22	10,67	10,89
Bordj-Menaïel	71,11	9,49	11,16	8,24
Legata	71,11	9,49	11,16	8,24
Cap-Djenet	71,11	9,49	11,16	8,24
Issers	72,36	9,57	10,6	7,47
Si-Mustapha	68,5	13,7	11,65	6,15
Moyenne	70,56	10,16	11,06	8,20

Source : Schémas directeur de chaque commune (2007)

Sur la base des moyennes de la composition des déchets dans notre zone, nous avons calculé tout d'abord la part de chaque matériau dans le potentiel à recycler. Ensuite, nous avons estimé les bénéfices de la vente des matériaux récupérés. Les prix de vente intermédiaires des matériaux sont pour : plastique 50 DA/kg ; papier 5 DA/kg, 10 DA/kg pour textile, fer

Tableau 3 : **Recettes du potentiel du recyclage**

Taux matière à récupérer	30%		
Quantité récupérée (total)	12807,52		
	Plastique	Carton	Autres
Qt Par matière, (tonnes)	4819,42	5526,21	3892,06
Prix (DA /kg)	50	5	10
Recette (DA)	216874127,6	24867948,7	35028586,9
Recette totale (DA)	276 770 663,2		

Source : Estimation auteur

Recette du compostage : dans l'hypothèse de 70% de matière organique composant les déchets ménagers, ainsi que les hypothèses décrites auparavant sur la perte en matière du volume de compost, nous avons estimé la recette de vente de compost sur la base du prix selon de moyen net à 800 DA/tonne, selon, Grossmann, (2004) dans une étude sur la commercialisation du compost en Algérie. Ces recettes sont considérées comme des pertes lorsque le mode d'élimination choisi est la mise en décharge ou l'enfouissement technique.

Valeur de l'environnement : nous utilisons le CAP estimé pour améliorer le service de déchets ménagers pour le cas de la ville des Issers de 1428 DA/foyer. La méthode d'évaluation contingente s'appuie sur une enquête auprès d'un échantillon d'utilisateurs.

2.3.3 Le coût social net (CSN)

Sur la base des équations 2 et 3, nous avons calculé le CSN de chaque option. Le tableau 5 nous informe que selon l'ACB, l'option 3 «compostage» est économiquement bénéfique pour l'économie nationale. En outre, le coût social net est négatif, il est de (-4209 DA/t). En revanche, si nous ne procédons qu'au calcul des coûts privés en écartant les coûts externes, la mise en décharge est l'option la plus efficace avec un coût à la tonne de 1412 DA.

Tableau N° 4 : **Le coût social net de chaque option (DA/T)**

	Coût privé	Coût environnemental selon H1 et H2	bénéfices	Coût social net
Mise en décharge	1412.08	9004.28 3499.94	0	10416.37 4912.02
Enfouissement	3112.08	92.75 67.46	5834.70	- 2629.86 - 2655.15
Compostage	2030.36	92.75 67.46	6332.58	- 4209.46 - 4234.75

Conclusion et recommandations

Afin d'étudier l'efficacité ou l'inefficacité du mode d'élimination de déchets municipaux adopté en Algérie, cette étude met en place un cadre intégrant l'analyse coûts-bénéfices. Dans ce cadre, des éléments détaillés des coûts et des bénéfices devront être clarifiés et bien définis. Des estimations relatives aux coûts d'éliminations doivent en premier lieu être faites. Deux catégories de coûts existent, d'un côté, les coûts privés qui regroupent principalement les frais de transport, le coût du travail et les équipements, et d'un autre côté les coûts environnementaux relatifs aux externalités.

Choisir un mode d'élimination sur la base des coûts privés en ignorant les coûts environnementaux peut s'avérer inefficace. En plus,

les bénéfiques engendrés peuvent être un critère important pour décider de la meilleure option pour éliminer les déchets. Le coût social net permet le regroupement de ces trois éléments, coûts privés, coûts environnementaux et les bénéfiques. Les coûts privés de collecte et d'élimination peuvent être réduits par la réduction à la source des quantités de déchets. En même temps, adopter le tri sélectif augmente les dépenses totales, mais augmente les quantités recyclées ou compostées. Les recettes issues des ventes des matériaux récupérés peuvent compenser les dépenses supplémentaires engendrées par le tri sélectif. L'intégration des coûts environnementaux et des bénéfiques permet de mettre le mode d'élimination dans une approche environnementale et d'équité sociale entre les intra et inter-génération, de sorte que le processus de prise de décision en matière de gestion des déchets municipaux pourrait être amélioré à l'aide du cadre proposé par l'ACB.

Cette étude montre que la composition des déchets en Algérie est un déterminant incontestable du choix de mode d'élimination des déchets. La prédominance de la matière organique défavorise l'incinération et le recyclage, mais encourage le compostage. Ce dernier a un coût social net trop bas par rapport aux autres alternatives d'élimination. Autre conclusion, en plus des dépenses liées à la santé ainsi que les pertes de productivité agricole ou pêche, les valeurs d'utilisation passive du service des déchets jouent un rôle aussi important dans la décision finale du choix du mode d'élimination notamment la valeur liée à la préservation de l'environnement pour les générations futures.

Enfin, le mode proposé permet de créer plus d'emplois, de promouvoir le secteur des PME nécessaires pour la collecte des déchets municipaux. En outre, ce mode donnera un meilleur service pour un environnement plus propre, et permettra d'améliorer les conditions de vie des personnes.

À la suite de cette étude, nous proposons quelques recommandations :

- Introduire la réduction à la source des déchets dans la politique de déchets via la mise en place d'un système de collecte sélective et un service régulier,
- encourager le compostage individuel dans les zones rurales,

- développer les filières de récupération par matière afin d'assurer le cycle de vie d'un produit,
- développer les centres de tri et les déchetteries pour augmenter le taux de recyclage,
- adopter des pénalités et des contrôles réguliers afin de limiter le détournement illégal des déchets,
- trouver des lieux pour les sites d'éliminations loin des zones résidentielles et des terres agricoles afin de réduire les externalités négatives et les coûts sociaux,
- La réévaluation de la fiscalité environnementale en matière de déchets doit être réalisée pour couvrir les coûts de service rendu,
- promouvoir la sensibilité du grand public en matière de gestion des déchets et des problèmes environnementaux.

Références bibliographiques

Brisson I-E, (1997). «Assessing the Waste Hierarchy a Social Cost-Benefit Analysis of municipal solid waste management in the European Union». Society, economics and Environment, 19, Copenhagen: AKF Publishers.

Bruvoll A & K Nyborg, (2002). «On the value of households' recycling efforts», Discussion Papers No. 316, March 2002 Statistics Norway, Research Department. En ligne : <http://www.ssb.no/publikasjoner/DP/pdf/dp316.pdf>

Commonwealth of Australia, (2006). «Introduction to Cost-Benefit Analysis and Alternative Evaluation Methodologie».

DEWB, 2011. Bilan d'activité en 2011, en ligne http://www.wilaya-boumerdes.dz/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=110

DEWB, (2007). «Schéma directeur de la gestion des déchets urbains dans la commune de Bordj-Menaïel». Rapport réalisé par le bureau d'étude T.A.D.

DEWB, (2007). «Schéma directeur de la gestion des déchets urbains dans la commune d'Isser». Rapport réalisé par le bureau d'étude T.A.D.

DEWB, (2007). « Schéma directeur de la gestion des déchets urbains dans la commune de Si-Mustapha». Rapport réalisé par le bureau d'étude T.A.D.

DEWB, (2007). «Schéma directeur de la gestion des déchets urbains dans la commune de Legata». Rapport réalisé par le bureau d'étude T.A.D. .

DEWB, (2007). «Schéma directeur de la gestion des déchets urbains dans la commune de Zemmouri». Rapport réalisé par le bureau d'étude T.A.D.

DEWB, (2007). «Schéma directeur de la gestion des déchets urbains dans la commune de Cap-Djenet». Rapport réalisé par le bureau d'étude T.A.D.

Dijkgraaf E, & H & Vollebereg, (2005). «Literature review of social costs and benefits of waste disposal and recycling», (edi) EAI, Rethinking the Waste Hierarchy, EAI: Kopenhagen, p. 80-98.

Döberl G, Huber R, Brunner P-H, Eder M, Pierrard R, Schönback W, Frühwirth W, & Hutterer H. (2002). «Long-term assessment of waste management options - a new, integrated and goal-oriented approach». *Waste Management & Research*, Vol. 20, N°4, 2002, p. 311-327.

Grossmann J, (2004). «Etude de commercialisation du compost urbain de Beni-Mered». *Rapport de la coopération technique Algéro-allemand entre le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) et la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH -Programme Gestion de l'Environnement. Mars 2004. 56p.*

Hanley N & C-L Spash, (1993). «*Cost-Benefit analysis and the environment*». Aldershot: Edward Elgar,

Hite D, W. Chern, Hitzhusen F & Randall A, (2002). «Property-value impacts of an environmental disamenity: The case of landfills». *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 22(2), p. 185-202. En ligne :

http://bulldog2.redlands.edu/fac/mak_kaboudan/gis_rer/Hide_et_al.pdf

Jenkins R-R, (1993). «*The economics of solid waste reduction, the impact of users fees*». Aldershot: Edward Elgar.

MATE, (2005). «Analyse et recommandations en matière de recouvrement des coûts de la gestion des déchets municipaux en Algérie». Rapport réalisé par Ernst & Young.

METAP, (2005). «Le coût de la dégradation de l'environnement côtier en Algérie». Rapport, décembre 2005.

Nolan-ITU P-L & Sinclair Knight M, (2001). «Independent Assessment of Kerbside Recycling in Australia». Rapport en ligne <http://pca.org.au/NPC-FINAL-01.PDF>

Perman R, Ma Y, & McGilvray J, (1996). «Natural resources and environmental economics». London: Longman, 1996.

Vollebergh, H-R J, (1997). «*Environmental Externalities and Social Optimality in Biomass Markets: Waste-to-Energy in the Netherlands and Biofuels in France*», Energy Policy, 25, 1997, p.605–23.