



Que faire de nos biodéchets : production d'énergie ou production de compost ? État des connaissances et des techniques de traitement pour une valorisation optimale

L. Bletzacker, Hélène Chiapello, Morgane Delorme, P. Ferrand, A. Henaut, M. Matabos, A. Necir, J. Nehme

► To cite this version:

L. Bletzacker, Hélène Chiapello, Morgane Delorme, P. Ferrand, A. Henaut, et al.. Que faire de nos biodéchets : production d'énergie ou production de compost ? État des connaissances et des techniques de traitement pour une valorisation optimale. Ingénieries eau-agriculture-territoires, 2009, 57-58, pp.89-100. hal-02592224

HAL Id: hal-02592224

<https://hal.inrae.fr/hal-02592224>

Submitted on 15 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Que faire de nos biodéchets : production d'énergie ou production de compost ? État des connaissances et des techniques de traitement pour une valorisation optimale

D'après le dossier réalisé par Laurent Bletzacker, Hélène Chiapello, Marie-Odile Delorme, Philippe Ferrand, Marie Guégan, Alain Hénaut, Marjolaine Matabos, Adria Nécir et Johnny Nehme

Les biodéchets sont les matières fermentescibles riches en eau qui sont présents dans les ordures ménagères. Ils constituent une gêne pour le traitement classique des déchets par incinération ou mise en décharge, alors que, traités à part, ils permettent de produire du compost et du biogaz. Les auteurs nous dressent ici un bilan économique et technique des différentes méthodes de traitement et de valorisation de ces biodéchets, relèvent l'intérêt de ces solutions du point de vue du développement durable mais aussi les difficultés rencontrées lors de leur mise en œuvre.

Cette synthèse porte sur le traitement des biodéchets (ex : déchets de cuisines, déchets verts). Elle s'inscrit dans les réflexions menées actuellement au niveau de l'Union européenne (cf. le *Livre vert sur la gestion des biodéchets* du 3 décembre 2008), réflexions justifiées par la place que les biodéchets occupent dans les déchets municipaux.

Les biodéchets sont des matières fermentescibles qui peuvent contenir jusqu'à 80 % d'eau, ce qui fait qu'elles brûlent mal dans les incinérateurs, qu'elles occupent un volume important dans les décharges et qu'elles y génèrent du biogaz. Une première idée est d'augmenter l'efficacité des équipements existants en traitant à part les biodéchets. Mais les réflexions vont au-delà de cette simple amélioration car le véritable objectif est de produire des matières premières secondaires (le compost pour lutter contre l'appauvrissement des sols, encadré 2) et des énergies renouvelables (le biogaz issu de la méthanisation, encadré 3).

L'article présente un bilan économique et technique des différentes méthodes de traitement et de valorisation des biodéchets. Il indique les solutions disponibles et les difficultés qui peuvent être rencontrées lors de leur mise en œuvre.

Que choisir : production d'énergie ou production de compost ?

Principe général de traitement des biodéchets

Les biodéchets sont décomposés par de très nombreux micro-organismes. En présence d'une quantité suffisante d'oxygène, les biodéchets sont transformés en compost. En absence d'oxygène, les biodéchets produisent du biogaz (c'est la méthanisation des biodéchets). Le biogaz est un mélange de méthane, de gaz carbonique et de composés soufrés. Les composés soufrés sont responsables de la mauvaise odeur du biogaz et de son caractère corrosif.

La décomposition des biodéchets en réduit le volume de 50 à 90 % suivant que l'on produit du compost ou du biogaz. La matière restante contient moins d'eau et ne fermente plus ; on dit qu'elle est stabilisée. Elle est utilisée pour améliorer la qualité des sols, ou bien elle est éliminée par incinération ou mise en décharge.

Les critères techniques

Produire du compost nécessite des installations industrielles pour maîtriser l'aération des biodé-

Les contacts

DU Science et politiques publiques, Université Pierre et Marie Curie, Formation continue, 4 place Jussieu, 75005 Paris

Encadré 1

Définitions

Déchets : est un déchet tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon (article L 541-1 du Code de l'environnement).

Biodéchets : par biodéchets, on entend les déchets biodégradables de jardin ou de parc, les déchets alimentaires ou de cuisine issus des ménages, des restaurants, des traiteurs ou des magasins de vente au détail, ainsi que les déchets comparables provenant des usines de transformation de denrées alimentaires. L'expression n'englobe pas les résidus forestiers ou agricoles, le fumier, les boues d'épuration ou autres déchets biodégradables, tels que les textiles naturels, le papier ou le bois transformé. Elle exclut également les sous-produits de l'industrie alimentaire qui ne deviennent jamais des déchets.

Source : *Livre vert sur la gestion des biodéchets dans l'Union européenne* (2008), cf. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0811:FIN:FR:PDF>.

Décharge : une décharge est un endroit où l'on jette les déchets. Au fil du temps et sous l'effet d'une réglementation de plus en plus exigeante, les décharges sont devenues des installations de plus en plus sophistiquées. Le vocabulaire a évolué en parallèle et nous sommes passés de la décharge à ciel ouvert à l'ISDMA (installation de stockage de déchets ménagers et assimilés) puis à l'ISDMA bioactive et le CET (centre d'enfouissement technique). Pour faire simple, nous n'utilisons ici que le terme « décharge » sans préjuger de la technique mise en œuvre.

Encadré 2

Protection des sols et biodéchets

L'humus est nécessaire pour qu'un sol soit cultivable. Il joue aussi un rôle important dans les propriétés physiques du sol. Il évite notamment que le ruissellement de l'eau se transforme en coulées de boue.

L'évolution des pratiques agricoles a entraîné une baisse importante de la teneur en humus des sols. En France, le déficit est particulièrement marqué dans le grand Sud-Ouest, au-dessous d'une diagonale comprise entre Bordeaux et Béziers, le couloir rhodanien, les régions de grandes cultures (bassin parisien, région Centre) et dans les départements d'outremer.

Dans ce contexte, la production de compost à partir des biodéchets présente un réel intérêt agronomique. L'enfouissement de ce compost améliore la qualité du sol et facilite la reconstitution de l'humus dans des sols dégradés. Il permet aussi de réduire les apports d'engrais minéraux. Enfin, il évite de recourir à la tourbe, limitant ainsi les dégâts causés aux écosystèmes des zones humides.

L'utilisation des biodéchets pour restaurer la qualité des sols a cependant ses limites : en mettant les choses au mieux, la quantité de compost produite permettrait d'approvisionner 3 % des terres agricoles.

Sources :

- *Livre vert sur la gestion des biodéchets dans l'Union européenne*, 2008, cf. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0811:FIN:FR:PDF> ;
- Marc Culot (2005), *Filières de valorisation agricole des matières organiques*, Faculté universitaire des sciences agronomiques, cf. http://environnement.wallonie.be/rapports/owd/dechets_menagers/ibh_cadet/fusagx_culot.pdf

Encadré 3

Production d'énergie et biodéchets

L'incinération des déchets produit 2,4 Mtep (Mtep = millions de tonnes équivalent pétrole) par an en France. Cette source d'énergie arrive après le chauffage au bois (9 Mtep) et l'hydroélectricité (5 Mtep) et devant les biocarburants (1,2 Mtep). La production de biogaz est dix fois plus faible (0,2 Mtep). La production d'énergie à partir de l'incinération des déchets est particulièrement développée au Danemark (136 tep par habitant et par an contre 18 tep en France).

La production de biogaz est une alternative car elle est possible dans des installations de petite taille (ex : à l'échelle d'une ferme) et qu'elle offre d'autres débouchés que la production d'électricité ou de chaleur. Le biogaz peut notamment servir de biocarburant après purification, ou bien il peut être injecté dans le réseau de distribution du gaz naturel. Par exemple, le biogaz représente 19 % de la consommation de biocarburants en Suède.

Les principales sources de biogaz en France sont les décharges (52 % de la production) et les stations d'épuration (47 %). La situation ne devrait pas évoluer notablement dans les années à venir, alors que les installations de biogaz des principaux producteurs de l'Union européenne utilisent conjointement déchets agricoles, déchets de l'industrie agroalimentaire et déchets municipaux.

Sources :

- *Les énergies renouvelables : pourquoi et à quel prix ?*, 2008, DU Science et politiques publiques, Université Pierre et Marie Curie, cf. http://www.ihest.fr/article.php3?id_article=164
- *Le baromètre des déchets municipaux solides renouvelables*, 2008, Eurobserv'er, cf. http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro186_b.asp ;
- *Le baromètre du biogaz*, 2008, Eurobserv'er, cf. http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro186_a.asp

chets. Il faut prendre des précautions particulières pour obtenir un compost conforme aux normes françaises. Il est notamment indispensable d'éviter tout mélange entre les biodéchets et le reste des ordures ménagères. L'écolabel européen est encore plus strict : les concentrations maximales des polluants sont de deux à quatre fois plus faibles que dans les normes françaises (l'écart varie selon les polluants).

Le biogaz est produit dans des cuves étanches (les réacteurs, appelés aussi digesteurs ou méthaniseurs) et doit ensuite être épuré avant valorisation. La production de biogaz valorise l'énergie contenue dans les biodéchets et réduit le volume des résidus à mettre en décharge.

Les critères politiques

Les politiques nationales influent fortement sur le choix entre compostage et méthanisation (tableau 1). Par exemple, la production de compost est l'objectif prioritaire en Espagne et en Italie

alors que l'Allemagne et la Suède privilégient la production d'énergie.

Pour les collectivités territoriales, le critère primordial est l'adéquation avec le contexte local. La production de biogaz est une solution bien adaptée aux biodéchets des grandes agglomérations en raison de l'importance du gisement venant des particuliers et des restaurants et des possibilités de valorisation du méthane. L'énergie produite peut être utilisée comme carburant à la place du gaz naturel (ex : Lille) ou bien pour le chauffage et la production d'électricité (ex : Calais, Montpellier). À l'inverse, certaines agglomérations privilégient la production d'un compost d'excellente qualité car elles ont un débouché local (ex : Lorient). La moitié de la production de compost est écoulee dans les collectivités et les ménages et l'autre moitié chez les agriculteurs. Les critères de qualité sont plus stricts pour les cultures maraîchères que pour la grande culture.

▼ Tableau 1 – Exemples d'installations valorisant les biodéchets.

Ville	Wierengemeer	Boeldershoek (Hengelo)	Dis-Lelystad	Minden-Lübbecke*	Edmonton**/**	Southwark (Londres)*/**	Kristianstad
Pays	Hollande	Hollande	Hollande	Allemagne	Canada	Angleterre	Suède
Nombre d'habitants	12 676	81 380	73 116	322 649	752 412	257 700	76 066
Densité d'habitants (/km ²)	651	349	308	280	1 099	9 511	61
Type d'installation	Compostage en système fermé	Compostage en système ouvert	Biométhanisation	Biométhanisation et compostage	Biométhanisation et compostage	Biométhanisation et compostage	Biométhanisation et compostage
Digestion	Co-digestion : déchets agricoles et agroalimentaires	DMA et déchets verts	Déchets frais et digestat	Co-digestion : DMA, déchets verts et boues d'épuration	Co-digestion : DMA et boues d'épurations	DMA et déchets verts	Co-digestion : DMA, fumier, déchets agroalimentaires
Capacité (t/an)	nd	150 000	85 000	100 000	225 000	87 500	70 000
Coût d'investissement (M €)	nd	nd	nd	26	70	37	10
Coût de traitement (€/t de déchets)	60	20 à 40	22 à 50	60 à 140	nd	nd	32
Consommation énergétique (KWh/t de FFOM)	31,67	15,64	26,94	nd	nd	nd	29,49
Rendement du compost	400 kg/td	580 kg/td	400 kg/td (digestat)	nd	80 000t/an-	nd	67 150 t/an
Rendement du biogaz	nd	6 329 MWh***	75 m ³ /td	115-120 m ³ /td (25 000-30 000 MWh/an)	125m ³ /td	nd	40 000 MWh/an

Légendes : td : tonne de déchets ; nd : non disponible ; DMA : déchets ménagers et assimilés ; FFOM : fraction fermentescible des ordures ménagères (c'est-à-dire les biodéchets).

* Les installations incluent une unité de tri, de compostage, de MBT et une décharge.

** Installations en projet.

*** Installation de traitement du gaz postérieure au site de compostage.

Sources

Southwark Integrated Waste Management Facility (Old Kent Road, Bermondsey, London), 2008, Non-technical summary, Veolia ES Southwark.

http://www.veoliaenvironmentalservices.co.uk/london/pdfs/southwark/OKR_Non-Technical_Summary.pdf

La Ville d'Edmonton sera l'hôte de la première usine mondiale de taille industrielle à produire de l'éthanol à base de déchets municipaux, 2008, Edmonton New Release.

http://www.edmonton.ca/for_residents/Waste-to-ethanol_facility.pdf

MONSON, K.-D., ESTEVES, S.-R., GUWY, A.-J., DINSDALE, R.-M., 2007, Anaerobic Digestion of Centrally Segregated Bio-wastes – Case Study : Heilbronn (U-Plus UmweltService AG) MBT Plant, University of Glamorgan.

http://www.walesadcentre.org.uk/Controls/Document/Docs/Pohlsche_%20Heide_Comp__F.pdf

TWENCE, Annual Environmental Report 2007.

http://www.twence.nl/en/shared%20resources/downloads/TWEN7046_MJV%202007_ENG.pdf

Évaluation des politiques de prévention en matière de déchets ménagers et assimilés – Lot 3 : Évaluation des politiques de compostage à domicile, Research Development & Consulting – Environment pour la Région wallonne, rapport final 2004.

http://environnement.wallonie.be/rapports/owd/dechets_menagers/compostage/compostage_lot3.pdf

Edmonton Composting Facility, WasteFacts, The City of Edmonton 2003.

http://www.edmonton.ca/for_residents/CompostingWasteFacts.pdf

Co-digestion of Manure with Industrial and Household Waste, Technical Brochure n° 118, CADDET Centre for Renewable Energy, March 2000.

<http://www.p2pays.org/ref/24/23975.pdf>

Le bilan économique et environnemental du traitement des biodéchets

De façon générale, le traitement des biodéchets est envisageable quelle que soit la taille des installations. L'expérience montre que les petites installations sont aussi compétitives que les grandes. Attention, dans tous les cas, le traitement biologique des déchets s'accompagne d'un rejet d'eaux polluées qu'il est nécessaire d'épurer.

La production de compost

Les investissements sont compris entre 60 et 150 euros par tonne de déchets par an pour une installation destinée uniquement au compostage. Les coûts de fonctionnement vont de 20 à 60 euros la tonne traitée. Ils incluent les ressources tirées de la vente du compost (10 à 15 euros la tonne au prix de gros pour un compost conforme aux normes françaises). La production de compost nécessite un apport de déchets verts en complément des biodéchets. La quantité de compost produite représente 40 % du tonnage total traité (biodéchets + déchets verts).

Le compostage à l'air libre est généralement exclu car, faute d'une aération suffisante, il émet des gaz à effet de serre et des composés nauséabonds et toxiques. Le recours à l'aération forcée dans des installations à atmosphère confinée élimine en grande partie les problèmes liés aux dégagements gazeux. Il est cependant impossible de les supprimer totalement.

Attention, les investissements sont faibles mais il n'est pas rare que le compost soit inutilisable à cause d'un problème lors de sa fabrication (ex : un taux d'impuretés dépassant les normes). Il doit alors être éliminé par incinération ou mise en décharge. Il est important que le contrat qui régit l'installation de compostage précise qui prend en charge ce surcoût (ex : SIVOM¹ de la Vallée de l'Yerres et des Sénarts).

La production de biogaz

Lorsque les installations sont destinées à la production de biogaz, les investissements sont compris entre 300 et 500 euros par tonne de biodéchets par an et les coûts de fonctionnement sont autour de 60 euros la tonne traitée. Ces chiffres se vérifient aussi bien pour le centre de valorisation organique de Lille (100 000 tonnes par an) que pour des installations dix fois plus petites. Les coûts de fonctionnement incluent les

ressources tirées de la vente du biogaz épuré ou de l'électricité produite à partir du biogaz.

Un simple traitement biologique suffit pour ramener le taux de composés soufrés du biogaz à un niveau acceptable lorsque l'électricité est produite par un groupe électrogène à moteur à gaz. En revanche, une épuration chimique est indispensable lorsque le biogaz est utilisé pour alimenter une pile à combustible ou comme carburant (ex : Lille). La technologie des piles à combustibles à biogaz progresse rapidement et elles permettront probablement de produire l'électricité au même prix que les centrales thermiques classiques d'ici 2015.

Les émissions de polluants et de gaz à effet de serre sont limitées car la quasi-totalité du processus est réalisé en vase clos.

Les coûts annexes

Les coûts présentés ci-après sont calculés dans l'hypothèse où l'on utilise des biodéchets exempts de tout mélange. Le traitement des biodéchets mélangés aux ordures ménagères résiduelles coûte plus cher (entre 80 et 120 euros la tonne). En effet, les installations de traitement mécano-biologique produisent une quantité importante de refus de tri qu'il faut ensuite éliminer (figure 1 et tableau 2). Leur élimination coûte environ 70 euros la tonne dans le cas de la mise en décharge et 95 euros la tonne dans le cas de l'incinération.

Le tableau 3 présente, pour mémoire, le budget d'un service d'élimination des ordures ménagères dans le cas d'un syndicat intercommunal moyen. La moitié du budget de fonctionnement est consacrée à la collecte des ordures ménagères et un quart à leur traitement. Dans les installations de traitements mécano-biologique, les principales dépenses sont l'évacuation des refus (40 % du coût du traitement) et les annuités financières (près de 40 %).

1. Syndicat intercommunal à vocations multiples.

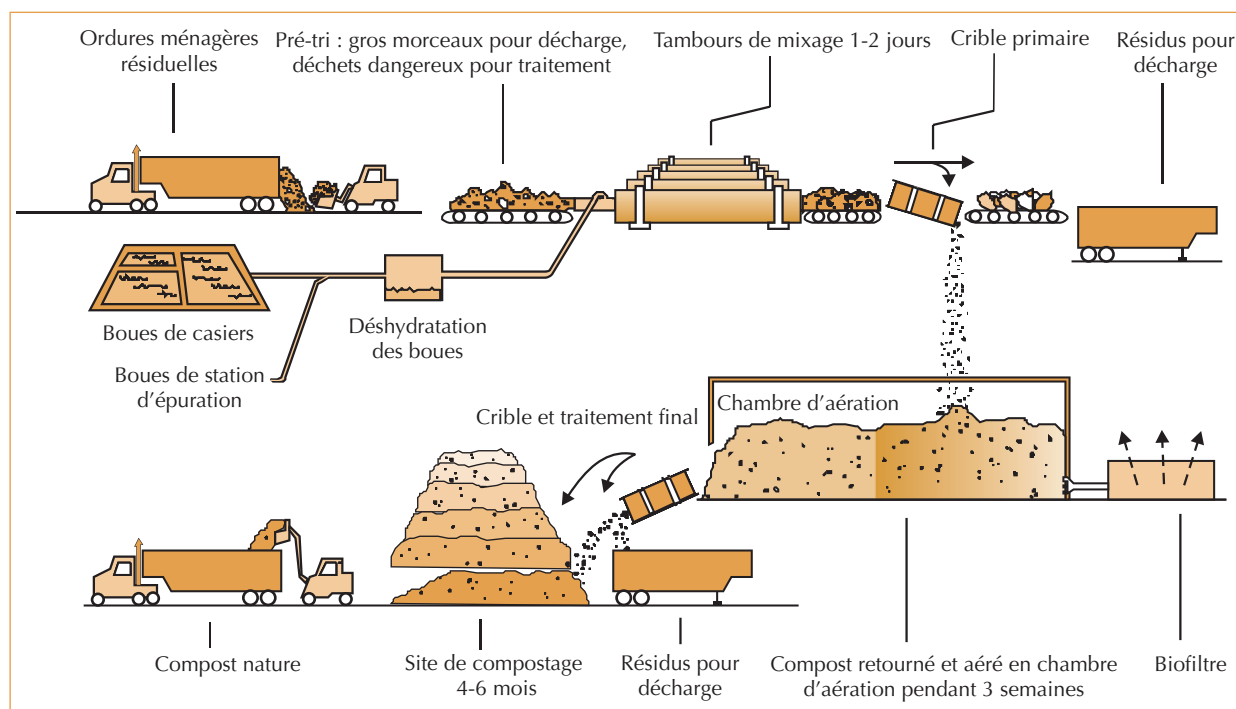
La collecte des biodéchets

La collecte sélective

LE COMPOSTAGE INDIVIDUEL

Les personnes disposant d'un jardin peuvent composter leurs biodéchets à domicile en les mélangeant aux déchets verts. Ceci diminue les tonnages traités par le service public d'élimination des ordures ménagères et donc les coûts pour la collectivité. En revanche, le bilan environnemental global n'est pas nécessairement positif

▼ Figure 1 – Schéma de principe d'une installation de traitement mécano-biologique des déchets.



Le pré-tri permet d'éliminer les déchets inertes de grande taille et les déchets polluants (ex : pots de peinture). Un broyage grossier des déchets lors du pré-tri ne permet pas de produire un compost conforme aux normes en vigueur car il mélange intimement inertes, polluants et biodéchets. En revanche, le broyage est envisageable si le traitement mécano-biologique a uniquement pour but de stabiliser les déchets avant leur mise en décharge (ce qui est fréquemment le cas en Allemagne).

Le tambour de mixage est l'équipement clé d'une installation de traitement mécano-biologique. Il s'agit généralement de tubes de quelques dizaines de mètres de long dans lesquels les déchets sont brassés lentement en présence d'air. Au bout de trois à quatre jours, les biodéchets sont réduits en petits fragments sans que la taille des autres déchets soit modifiée notablement.

À l'issue de ce passage, les déchets faisant moins de quatre centimètres sont mis à composter alors que les autres vont en décharge. Au bout de trois semaines, le compost est trié pour éliminer les indésirables : les fragments de plus de cinq millimètres (ex : fragments de sacs plastiques) et les fragments lourds (ex : faïence, verre). Il faut encore compter de quatre à six mois de maturation avant d'obtenir un compost commercialisable.

car le compostage est généralement mal conduit, ce qui fait qu'il dégage des mauvaises odeurs et des gaz à effet de serre. De plus, en général, le compost produit par les particuliers n'est pas conforme aux normes et il ne devrait pas être utilisé pour les cultures maraîchères.

Le lombricompostage est une variante accessible aux personnes vivant en appartement. Les biodéchets entreposés dans un récipient sont décomposés par des vers de terre. Il faut compter une surface de 0,5 m² pour traiter 500 g de

biodéchets par jour. Le compost est utilisé pour les plantes d'intérieur et les jardinières de balcon (ex : SMICTOM Alsace Centrale, communauté d'agglomération de La Rochelle).

LA COLLECTE DES BIODÉCHETS DE RESTAURATION

À l'échelle d'une grande agglomération, la restauration collective produit six fois moins de biodéchets que les particuliers. En revanche, la part des biodéchets dans les ordures est importante (figure 2) et leur collecte est simplifiée

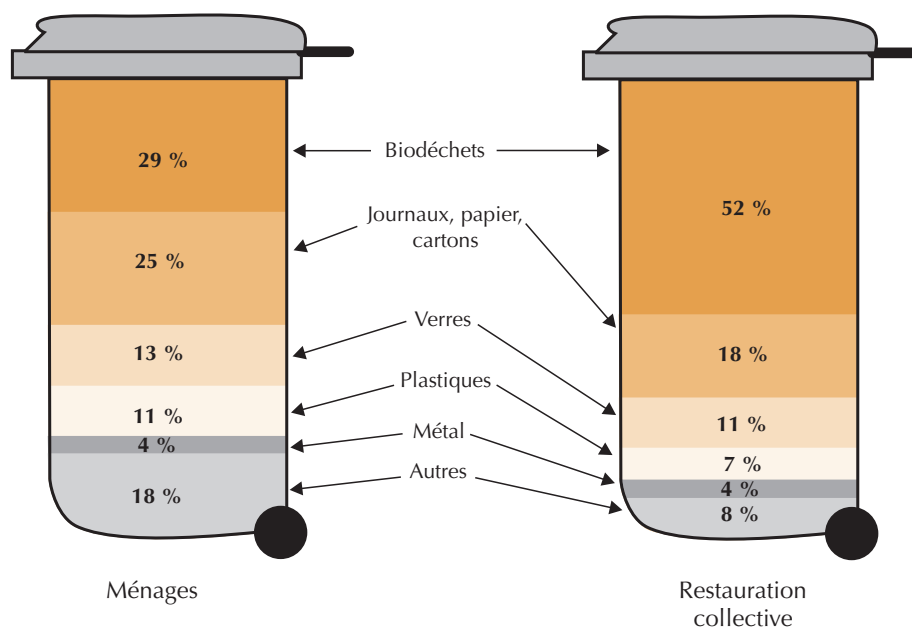
▼ Tableau 2 – Bilan masse du traitement mécano-biologique des ordures ménagères résiduelles.

Les ordures ménagères résiduelles sont ce qui reste des ordures ménagères après le tri sélectif réalisé par les habitants (emballages, encombrants, déchets dangereux, déchets verts, et éventuellement, biodéchets).

Type de sous-produits	Filière de traitement mécano-biologique		
	Méthanisation	Compostage	Stabilisation
Refus	40 à 50 %	40 à 50 %	–
Pertes en eau (évaporation)	10 à 20 %	20 à 30 %	20 à 40 %
Stabilisat	15 à 20 %	15 à 20 %	60 à 80 %
Compost	15 à 20 %	20 à 30 %	–
Biogaz	5 à 10 %	–	–
Rejets d'eau polluée	0 à 30 %	–	–

Le stabilisat est la matière organique qui n'est plus susceptible de fermenter. C'est un produit apparenté au compost, mais il ne peut pas être utilisé à des fins agronomiques car il est trop pollué, notamment par la présence d'une quantité importante de débris de verre et de plastique. Le stabilisat est mis en décharge (ce qui coûte environ 70 euros la tonne). L'enfouissement du stabilisat permet de réduire de 80 à 90 % les émissions de méthane par rapport à un enfouissement direct d'ordures ménagères résiduelles. Plusieurs États membres de l'Union européenne ont fixé un taux maximal de matières fermentescibles résiduelles dans le stabilisat. Ce n'est pas le cas en France.

Les pourcentages indiquent les plages du bilan masse simplifié.



▲ Figure 2 – La part des biodéchets dans les ordures ménagères et assimilées. Composition moyenne des ordures ménagères et des déchets de la restauration collective à la fin des années 1990. La part du verre a diminué depuis car les bouteilles ont été remplacées par des emballages plus légers. Source : ADEME – Bilan de la campagne de caractérisation des déchets, mise à jour du 17 février 1998 (voir aussi les résultats de la campagne nationale de caractérisation des ordures présentés en juin 2009 sur le site de l'Ademe : <http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?cid=96&m=3&id=62275&ref=23117&rp1=B>).

▼ Tableau 3 – Budget d'un service d'élimination des ordures ménagères.

Le budget du service d'élimination des ordures ménagères (collecte et traitement) est d'environ 130 euros par habitant et par an, mais il peut varier du simple au double selon les collectivités. Les chiffres ci-dessous illustrent le cas d'un syndicat intercommunal moyen ne pratiquant pas la collecte sélective des biodéchets.

Type de dépenses	Part du budget
Collecte des ordures	51 %
Traitement des ordures	27 %
Personnel	5 %
Autres dépenses de fonctionnement	17 %

Le tableau ci-dessous détaille donne le coût du service d'élimination des ordures ménagères (coût moyen constaté en France en 2006 ; NB : les coûts peuvent varier de un à quatre selon les collectivités).

Service	Prix moyen par tonne
Collecte traditionnelle des ordures ménagères	68 €/t
Tri par les particuliers du verre et autres matériaux	142 €/t
Exploitation des déchetteries	43 €/t
Tri des ordures ménagères et assimilées	128 €/t
Décharge classe 2 (déchets non dangereux)	70 €/t
Incinération	de 45 €/t à 95 €/t
Centre de traitement biologique :	
– compostage déchets verts	50 €/t
– compostage des ordures ménagères	60 €/t
– méthanisation seule	65 €/t
Traitement des boues des stations d'épuration	92 €/t

Dans le cas de l'incinération, le prix moyen varie du simple au double selon la nature du contrat passé entre la collectivité et l'industriel qui exploite l'incinérateur. La multiplication des collectes explique en partie le coût élevé du tri.

Source : *Comment traiter les déchets en limitant la pollution ?*, 2009, DU Science et politiques publiques, Université Pierre et Marie Curie, cf. https://www.ihest.fr/article.php3?id_article=185

car la production n'est pas dispersée (ex : les cantines scolaire à Niort). D'ailleurs, certaines agglomérations ne collectent que ce type de biodéchets (c'est le cas d'une agglomération sur six en Suède).

Les cantines peuvent aussi être équipées pour produire le compost sur place. On rencontre de tels dispositifs dans plusieurs pays européens. Ils sont conçus pour des établissements produisant de cinq cents à mille repas par jour.

LA COLLECTE SÉLECTIVE DES BIODÉCHETS DES PARTICULIERS

La collecte sélective des biodéchets augmente le coût total de la gestion des déchets. L'augmentation est d'environ 10 % lorsque la collecte est bien organisée.

La collecte porte-à-porte des biodéchets peut remplacer une fois par semaine une des collectes préexistantes. Entre deux collectes, les biodéchets sont stockés chez les particuliers ou

dans un bac collectif. Les biodéchets peuvent être emballés dans du papier ou dans un sac biodégradable.

Une autre solution est d'utiliser des sacs poubelle de couleurs différentes pour les biodéchets et les déchets en mélange. Les deux types de sacs sont collectés en même temps, puis ils sont triés en fonction de leur couleur à l'entrée de l'installation de traitement des ordures ménagères (ex : Montpellier).

Le traitement mécano-biologique des déchets (TMB) : alternative à la collecte sélective ?

Le traitement mécano-biologique combine les tris mécaniques nécessaires à la séparation des matières organiques et leur traitement biologique (figure 1). Les tris mécaniques permettent de récupérer les matières recyclables et les matières ayant un fort pouvoir calorifique, et d'extraire les éléments qui pollueraient le compost ou les résidus de digestion anaérobie. Le traitement biologique permet de produire du compost ou du biogaz ou bien de stabiliser la matière organique avant sa mise en décharge (tableau 2).

Cette technique expérimentée depuis de nombreuses années permet de pallier le manque d'efficacité de la collecte sélective des biodéchets auprès des ménages. En effet elle reste inférieure à 30 % du gisement lorsqu'elle est limitée aux déchets alimentaires (ex : Lorient). De plus, la collecte sélective des biodéchets est difficile à mettre en place dans les grands ensembles d'immeubles collectifs (dénommés « habitat vertical » dans la littérature technique).

La majeure partie des biodéchets est donc mélangée aux autres ordures ménagères. La méthode TMB permet donc une valorisation directe des biodéchets présents dans les ordures ménagères par extraction de la fraction biodégradable des ordures ménagères et son traitement avec les autres biodéchets (ex : Blanc-Mesnil, Lille, Montpellier). Le traitement mécano-biologique permet de diminuer de 30 % le tonnage des matières mises en décharge (l'effet principal est un assèchement des déchets ; le tonnage diminue de 10 % en poids sec). Cependant, cette diminution du volume traité ne compense pas le surcoût dû à ce traitement spécifique.

Attention, des expériences malheureuses (ex : SIVOM de la Vallée de l'Yerres et des Sénarts)

montrent qu'il faut attacher beaucoup d'importance aux éléments suivants :

- le verre et les plastiques doivent être éliminés en amont ;
- la production de compost à partir des résidus de la méthanisation nécessite un apport de déchets verts ;
- l'élimination des déchets refusés dans l'unité de traitement mécano-biologique représente 40 % des coûts de fonctionnement.

Une autre solution : la transformation des décharges en unités de production de biogaz

Schématiquement, cette solution consiste à trier les biodéchets pour les faire fermenter et récupérer le biogaz, puis à mettre en décharge les résidus du traitement. Certains spécialistes pensent qu'il est préférable d'enfouir directement les biodéchets et de modifier les décharges afin de contrôler la circulation de l'eau et du biogaz (ex : Claye-Souilly, Drambon). Il est possible alors de capter plus de 95 % du biogaz en moins de dix ans (au lieu des vingt à trente ans d'une décharge classique).

La transformation d'une décharge en une installation de production de biogaz est conforme à la législation européenne et française (arrêté du 19 janvier 2006).

L'encadrement législatif et réglementaire et politiques incitatives

La réglementation

Les installations de traitement des biodéchets sont des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Elles sont soumises à autorisation. La réglementation en vigueur porte surtout sur la réduction des nuisances olfactives (arrêté ministériel du 22 avril 2008).

La qualité du compost est encadrée par les normes NFU 44-051 et NFU 44-095 (NB : la version en vigueur de la norme NFU 44-051 date de 2007). L'emballage doit préciser « compost de fermentescibles alimentaires et/ou ménagers ».

La production de biogaz est subventionnée lorsqu'elle sert à produire de l'électricité. Le prix d'achat garanti de l'électricité varie de 90 euros

le MWh pour les installations inférieures à 150 kWe à 75 euros le MWh pour les installations supérieures à 2 MWe. Dans les deux cas, le producteur peut aussi bénéficier d'une prime à l'efficacité énergétique de 30 euros le MWh. Ce tarif n'est pas applicable au biogaz de décharge qui bénéficie, lui, d'un tarif d'achat compris entre 45 et 50 euros le MWh, plus une prime à l'efficacité énergétique comprise entre 0 et 3 euros le MWh.

Dans d'autres pays de l'Union européenne, les aides publiques en faveur du biogaz sont plus importantes et elles ne concernent pas uniquement la production d'électricité. Par exemple, il existe un prix d'achat garanti pour le biogaz purifié au Danemark, en Suède et aux Pays-Bas.

Les politiques incitatives

Le premier objectif des pouvoirs publics est d'obtenir l'adhésion de la population. Voici quelques exemples d'actions incitatives mises en œuvre en France.

LE COMPOSTAGE À DOMICILE

Le compostage à domicile est souvent mal conduit (émissions de gaz, élimination incomplète des produits toxiques pour les plantes). La priorité pour les pouvoirs publics est donc d'améliorer le savoir-faire des personnes intéressées en privilégiant pour cela les actions d'information (ex : brochures, sessions de formation avec un spécialiste du compostage) et de facilitation (ex : aide à l'achat d'un composteur).

LA COLLECTE SÉLECTIVE DES BIODÉCHETS

Les actions d'information sont essentielles pour obtenir l'adhésion de la population. Il est parfois difficile d'obtenir la séparation des biodéchets, collectés à domicile, et des déchets verts, apportés en déchetterie (ex : Pays de la Haute-Sarthe). Les actions d'information visent aussi au renforcement du tri sélectif classique du verre et des plastiques car c'est un préalable indispensable au

bon fonctionnement de la chaîne de traitement des biodéchets (ex : Montpellier).

L'action de facilitation la plus répandue est la distribution de sacs spéciaux ou de mini-poubelles de cuisine pour les biodéchets. L'effet de cette mesure est renforcé si elle s'accompagne d'une diminution du volume des conteneurs pour les ordures ménagères en mélange (ex : Montpellier).

Une autre possibilité est le recours à la redevance incitative, par exemple en calculant son montant en fonction de la quantité de déchets en mélange et en exonérant plus ou moins les biodéchets.

LE TRAITEMENT MÉCANO-BIOLOGIQUE DES DÉCHETS

L'objectif prioritaire est d'obtenir une bonne séparation entre les déchets secs (métaux, verre, plastique, carton) et les déchets humides. Pour cela, il faut renforcer les actions en cours en faveur des collectes sélectives classiques (ex : Montpellier, SIVOM de la Vallée de l'Yerres et des Sénarts).

LE COMPOSTAGE À L'ÉCOLE

L'objectif est de sensibiliser les enfants d'âge scolaire au cycle des déchets et au traitement des biodéchets.

Généralement, les actions d'informations sont basées sur la visite des installations de traitement des biodéchets. L'impact pédagogique est renforcé lorsque les scolaires trient eux-mêmes les biodéchets de leur plateau de cantine (ex : Cholet, Poitiers).

Une action de facilitation possible est de doter les écoles d'une installation de compostage ou de lombricompostage. La mise à disposition du matériel et l'animation pédagogique peuvent être prises en charge par le service chargé des ordures ménagères (ex : Pézenas-Agde) ou par une association subventionnée par la collectivité (ex : La Rochelle). □

Pour en savoir plus

THAUVIN, P., 2009, Process-type de compostage et de méthanisation des ordures ménagères résiduelles, ADEME, 13 janvier 2009.

<http://aquitaine-ademe.typepad.fr/files/process-type-de-compostage-et-m%C3%A9thanisation-domr.pdf>

THAUVIN, P., 2008, Process-type de TMB avant mise en décharge, ADEME, 4 décembre 2008.
<http://aquitaine-ademe.typepad.fr/files/process-type-de-tmb-avant-mise-en-d%C3%A9charge-1.pdf>

COMMISSION EUROPÉENNE, 2008, Livre vert sur la gestion des biodéchets dans l'Union européenne, COM (2008) 811 final, 3 décembre 2008.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0811:FIN:FR:PDF>

EUROBSERVER, 2008, Le baromètre du biogaz.

http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro186_a.asp

JORF n° 0114 du 17 mai 2008, Arrêté du 22 avril 2008 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les installations de compostage ou de stabilisation biologique aérobie soumises à autorisation en application du titre I^{er} du livre V du code de l'environnement, p. 8058, NOR : DEVP0810090A.

http://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?cidTexte=JORFTEXT000018800981

CHASSAGNAC, 2007, État des connaissances techniques et recommandations de mise en oeuvre pour une gestion des installations de stockage de déchets non dangereux en mode bioréacteur, Étude réalisée pour le compte de l'ADEME et la FNADE.

<http://www2.ademe.fr/servlet/getBin?name=D0526466A316C4F2808A2DB4FFF46D471206627257692.pdf>

Rapport annuel sur le prix et la qualité du service public d'élimination des déchets 2007, Cap l'Orient – Communauté d'Agglomération du Pays de Lorient.

http://www.caplorient.com/fileadmin/user_upload/Portail_cap/dechets/CompteRendu_Activit_s_2007_Service_CVD.pdf

KUPPER, FUCHS, 2007, Compost et digestat en Suisse, Étude n° 1 : Micropolluants organiques dans le compost et le digestat ; Étude n° 2 : Influences des composts et des digestats sur l'environnement, la fertilité des sols et la santé des plantes. Connaissance de l'environnement n° 0743, Office fédéral de l'environnement, Berne. 2007.

http://orgprints.org/13336/01/kopper-fuchs-2007-compost-bafu4307_fr.pdf

Prévention et gestion des déchets dans les territoires – le compostage domestique : un nouvel élan, ADEME, 20 juin 2007.

<http://www2.ademe.fr/servlet/getBin?name=CEE36AC2A79E3F7260D94434897883571199779013023.pdf>

Premiers enseignements de l'expérience de l'opération de méthanisation du SIVOM de la Vallée de l'Yerres et des Sénarts, 16 novembre 2006.

<http://www2.ademe.fr/servlet/getBin?name=E3DA88C431CB5C89FCEA73BC9D0105F21200320477189.pdf>

CARRERE, M., COPPIN, Y., GABRIELLE, B., LE CORFF, V., MALLARD, P., MULLER, O., PIERRE, N., RENOU, S., ROGEAU, D., SABLAYROLLES, C., VIAL, E., VIGNOLES, M., 2005, Impacts environnementaux de la gestion biologique des déchets – Bilan des connaissances, Rapport final de l'étude répondant au Marché n° 0375C0081 entre l'ADEME et le Groupement Cemagref-INRA-CReeD-Anjou Recherche-Ecobilan-Orval.

<http://www2.ademe.fr/servlet/getBin?name=6E952BF65E596B634B6C84CDD357010B1158088620169.pdf>

Pour en savoir plus

Les coûts de référence de la production électrique – Moyens de production décentralisés, Direction générale de l'énergie et des matières premières, Observatoire de l'économie de l'énergie et des matières premières, 15 octobre 2004.

<http://www.industrie.gouv.fr/energie/electric/cout-ref-4.pdf>

FRUTEAU, H., MEMBREZ, Y., 2004, Réalisation d'un référentiel technico-économique des unités de méthanisation de produits organiques agricoles et non agricoles à petite échelle en Europe – lots 1 et 2, Contrat ADEME n° 0375C0057, EREP SA.

<http://www2.ademe.fr/servlet/getBin?name=77B34F9F95C1DCCE0EB65FC7D72A64141131453257681.pdf>

ADEME, 2004 La gestion sélective des déchets dans les restaurants – Guide technique, ISBN 2686817-753-0.

Évaluation des politiques de prévention en matière de déchets ménagers et assimilés – Lot 3 : Évaluation des politiques de compostage à domicile, 2004, *Research Development & Consulting – Environment* pour la Région wallonne. Rapport final 2004.

http://environnement.wallonie.be/rapports/owd/dechets_menagers/compostage/compostage_lot3.pdf

Expériences réussies de compostage et de collecte sélective, Direction générale de l'environnement, Commission européenne, 2000, ISBN 92-828-9296-4.

http://ec.europa.eu/environment/waste/publications/pdf/compost_fr.pdf

LE BOZEC, A., 2008, *Mise en place de la redevance incitative du service public d'élimination des déchets, Guide pratique*, Éditions QUAE.

MOLLARET, M.-E., LE BOZEC, A., 2009, Approche comparée du développement du traitement mécano-biologique des déchets entre la France et l'Allemagne, ASTEE, *Techniques, sciences Méthodes*, ASTEE, n° 5, p. 81-98.

Sites Web

Deuxièmes rencontres nationales de l'organique, Nancy, 4 et 5 février 2009.

<http://www.rencontres-organique.com/co/accueil.html>

Congrès FNADE, Table ronde « L'évolution de la technique dans les métiers du déchet », Fédération nationale des activités de la dépollution et de l'environnement, 22 juin 2006.

http://www.fnade.org/sites/fnade/-upload-/2010_17080_20060819174913.pdf