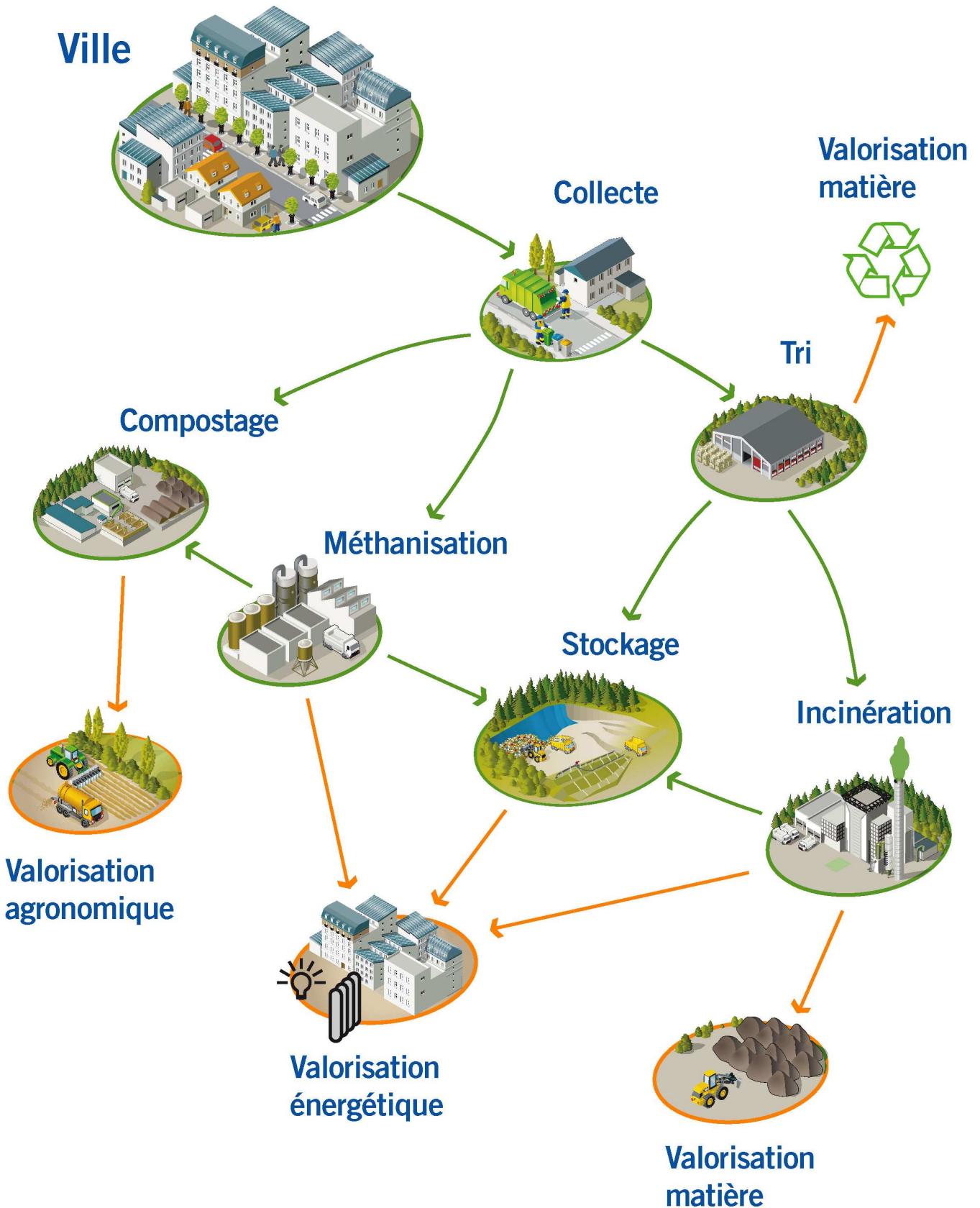




LE SECTEUR DES DECHETS ET SON RÔLE DANS LA LUTTE CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

LA GESTION DES DECHETS : depuis leur collecte jusqu'à leur élimination en passant par la valorisation (schéma simplifié)



SOMMAIRE

Le changement climatique.....4

L'effet de serre et le secteur des déchets.....5

Présentation de la contribution des différents métiers

La collecte et le transfert.....6

Le tri et le recyclage.....7

Le compostage.....8

La méthanisation et le traitement mécano-biologique.....9

L'incinération.....10

Le stockage.....11

Conclusion.....12

Méthodologie

Définitions et méthodologie de l'étude.....13

Cadre réglementaire, glossaire et références bibliographiques.....15



Notre ambition collective : l'excellence dans la lutte contre le changement climatique

Les professions représentées par les adhérents de la FNADE sont des acteurs fondamentaux de la protection environnementale en France, grâce à leurs activités de recyclage et de valorisation des déchets. C'est en raison de cette sensibilité environnementale intrinsèquement liée à la nature de nos activités que la FNADE a une approche volontariste sur tous les enjeux environnementaux d'aujourd'hui, notamment la lutte contre le changement climatique. En effet, bien que les activités liées aux déchets ne soient responsables que de 4 % des émissions nationales de gaz à effet de serre, les adhérents de la FNADE ont eu la volonté de réduire leurs émissions, ayant le souci constant de l'efficacité environnementale. Ainsi, alors que notre secteur n'est pas couvert par le Protocole de Kyoto, les efforts déjà menés par la profession ont permis de réduire les émissions du secteur de 8 % par rapport au niveau de 1990, alors que la quantité de déchets ménagers à traiter est passée de 20 à 26 millions de tonnes.

Mais le propre d'une fédération est de se fixer des objectifs ambitieux, et d'aller au-delà des bons résultats déjà constatés. Il est encore possible de faire mieux, c'est pour cela que notre groupe de travail Effet de Serre, créé dès 2005, a pour mission aujourd'hui notamment d'identifier les cibles prioritaires et les pistes d'amélioration correspondantes pour réduire les émissions. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude : il s'agit pour la FNADE d'effectuer une analyse effective et objective des émissions de gaz à effet de serre générées ou évitées par nos activités. Ce « point zéro » est la nouvelle base sur laquelle nous allons fixer nos futurs objectifs.

L'étude confirme la complémentarité des différentes filières de gestion des déchets, chacune ayant ses enjeux propres, et nous invite à rechercher la meilleure efficacité possible pour chacune d'entre elles avec un pragmatisme appliqué à la réalité opérationnelle du terrain. Il s'agit par exemple d'optimiser notre logistique, que ce soit nos circuits de collecte ou bien nos modes de transport. Nous devons aussi poursuivre nos efforts en matière de valorisation énergétique dans les centres de stockage. Aujourd'hui, tous les sites de grande capacité sont équipés, il reste maintenant à continuer nos travaux de recherche appliquée pour déclinier les systèmes existants sur les outils de taille plus modeste. Concernant l'incinération, nos travaux visent à optimiser l'efficacité énergétique des installations.

Porteuse des idées et des ambitions de ses adhérents, la FNADE travaille à rester un acteur incontournable dans la lutte contre le réchauffement climatique, de manière volontaire et en toute objectivité. Je souhaite ainsi que nous puissions reprendre cet inventaire des émissions de gaz à effet de serre du secteur des déchets dans quelques années, et montrer que les adhérents de la FNADE ont, une fois de plus, réussi à diminuer leurs émissions.

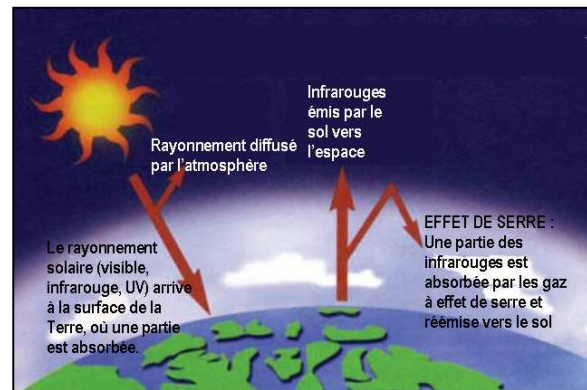
Pierre Rellet, Président de la FNADE

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'effet de serre est un phénomène naturel

Ce phénomène est provoqué par la présence de vapeur d'eau et de gaz dits « à effet de serre » (dioxyde de carbone, méthane, ...) dans l'atmosphère, qui retiennent la chaleur irradiée par la Terre sous forme de rayons infrarouges. Sans l'effet de serre, la température en surface serait de -18 °C.

Source : Site sur le Changement Climatique du Gouvernement du Canada



Le Protocole de Kyoto cible les six gaz à effet de serre les plus importants

Depuis le XIX^{ème} siècle, de nouvelles sources d'émissions de gaz à effet de serre (GES) sont apparues, du fait du développement des activités industrielles. Aux émissions naturelles de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote, sont donc venues s'ajouter des émissions anthropiques des trois gaz précédemment cités ainsi que de trois autres gaz n'existant pas naturellement. Ils ont chacun une durée de vie et un pouvoir de réchauffement différents qui sont détaillés dans le tableau suivant :

Nom	Durée de vie dans l'atmosphère (années)	PDR ¹ (éq. CO ₂)	Principales sources anthropiques	Principales activités du secteur des déchets contribuant aux émissions
Dioxyde de carbone (CO ₂)	5 - 200	1	- combustion de produits fossiles - activités industrielles (fabrication de ciment)	- collecte - incinération
Méthane (CH ₄)	12	21	- élevage des ruminants - exploitations pétrolières et gazières	- stockage - compostage
Protoxyde d'azote (N ₂ O)	114	310	- engrais azotés - diverses industries chimiques	- compostage - incinération
Hydrocarbures fluorés (HFC)	1 - 270	de 140 à 11 700	- anciens gaz propulseurs des bombes aérosols - anciens gaz réfrigérants (climatiseurs) - présence dans certains composés plastiques	Non émis lors de la gestion des déchets ménagers – gaz réfrigérants retrouvés dans certains DEEE ²
Hydrocarbures perfluorés (PFC)	2 600 – 50 000	de 6 500 à 9 200	- fabrication de l'aluminium	Non émis lors de la gestion des déchets ménagers
Hexafluorure de soufre (SF ₆)	3 200	23 900	- gaz détecteur de fuite, utilisé également pour l'isolation électrique	Non émis lors de la gestion des déchets ménagers

Sources : IPCC 2001 et ADEME

Pour pouvoir comparer les émissions des différents GES en termes de potentiel de réchauffement climatique, les experts internationaux s'accordent pour tout comptabiliser en « équivalent CO₂ ». Ainsi l'émission d'1 kg de méthane est équivalente à celle de 21 kg de CO₂. Par ailleurs, la durée de vie dans l'atmosphère des différents gaz à effet de serre est également très variable, d'une année pour certains HFC, jusqu'à 50 000 ans pour le CF₄. Cette rémanence est prise en compte dans le calcul du pouvoir de réchauffement de façon à traduire le fait que certains gaz à effet de serre, émis en très petites quantités, peuvent avoir un effet très important.

Les conséquences du changement climatique sur les écosystèmes et les populations

La communauté scientifique internationale s'accorde sur le fait que l'augmentation de l'effet de serre risque d'engendrer des changements climatiques importants, générant par exemple, comme stipulé dans le 4^{ème} rapport du Groupe « Impacts, adaptations et vulnérabilité » (Groupe 2) du GIEC³ :

- une augmentation des tempêtes, inondations, sécheresses ;
- un bouleversement de nombreux écosystèmes, avec un risque accru d'extinction pour 20 à 30 % des espèces animales et végétales étudiées, si la température globale augmente de 1,5 à 2,5 °C ;
- des crises liées aux ressources alimentaires, dues à une éventuelle réduction des productions agricoles dans les régions sèches et tropicales ;
- des dangers sanitaires, notamment dus à un changement de la distribution spatiale des vecteurs de maladies infectieuses ;
- des déplacements de population du fait de l'augmentation du niveau de la mer (18 à 59 cm d'ici 2100) devrait provoquer l'inondation de certaines zones côtières (notamment les deltas en Afrique et en Asie) et causer la disparition de pays entiers (Maldives, Tuvalu).

Source : Mission Interministérielle de l'Effet de Serre, 2007

¹ PDR : Pouvoir de réchauffement. Facteurs massiques de réchauffement climatique à l'horizon 100 ans selon le second rapport du GIEC, 1996, et utilisés dans le Protocole de Kyoto. Les troisième (2001) et quatrième (2007) rapports du GIEC présentent des valeurs légèrement différentes, non retenues ici, car il a été choisi d'utiliser celles faisant référence dans le Protocole de Kyoto.

² DEEE : Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques

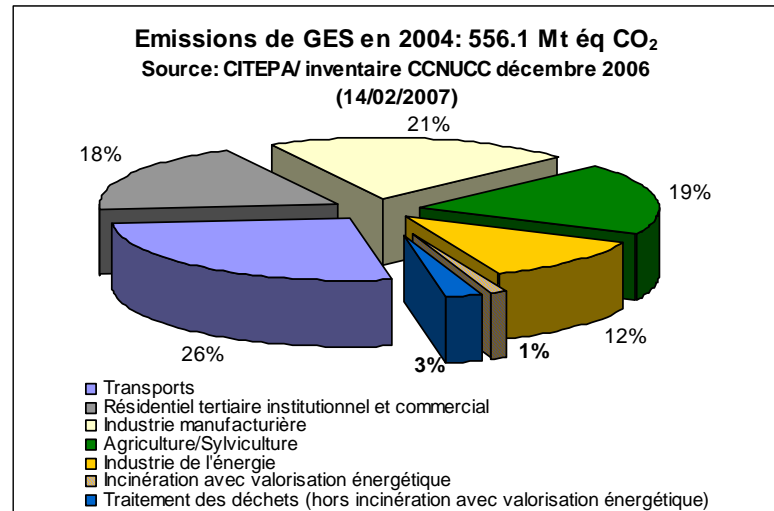
³ GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (IPCC en anglais)

Le secteur des déchets représente 4 % des émissions de GES en France selon le CITEPA¹

Dans le cadre du protocole de Kyoto, les états signataires sont tenus de réaliser chaque année un inventaire national des émissions de gaz à effets de serre. En France, le CITEPA est chargé de réaliser ces inventaires. En 2004, les déchets représentent 4 % des émissions de GES en France.

Les émissions du secteur des déchets comprennent la gestion des déchets ménagers et assimilés en centre collectif, le traitement des déchets industriels spéciaux et des activités de soins mais aussi le traitement des eaux usées domestiques et industrielles, ainsi que le brûlage des films plastiques et déchets agricoles. Le périmètre de l'inventaire n'est donc pas restreint au traitement des seuls déchets ménagers et assimilés.

Conformément aux règles comptables du protocole, les émissions des incinérateurs avec récupération d'énergie sont incluses dans la catégorie « énergie », la catégorie déchet n'est donc pas exhaustive. Enfin, seules les émissions directes liées aux process sont prises en compte, elles concernent le CO₂, le CH₄ et le N₂O.



Le Protocole EpE : une volonté d'utiliser un cadre commun pour quantifier les émissions de gaz à effet de serre

Le Protocole de Kyoto fixe pour objectif de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 5,2 % sur la période 2008-2012 par rapport aux émissions de 1990 sur le périmètre des pays signataires. Afin de permettre aux entreprises de réaliser un inventaire de leurs émissions, Entreprises pour l'Environnement (EpE) a établi en 2001 un protocole de quantification, Reporting et vérification des Emissions de Gaz à Effet de Serre (REGES). Un volet du protocole est consacré aux activités de traitement des déchets afin d'homogénéiser les méthodes de calcul, et d'assurer la fiabilité, la transparence et la vérifiabilité des émissions de GES de la filière. Ce protocole est utilisé par des adhérents de la FNADE.

Le protocole couvre les émissions liées aux transports et à la collecte, aux consommations d'électricité et de carburants des engins des sites, les émissions liées au processus de traitement mais également les émissions évitées par la production d'énergie ou par le recyclage. Les gaz à effet de serre suivants sont considérés : le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O). Concernant le N₂O, seule l'incinération des déchets ménagers et assimilés est prise en compte en raison des importantes incertitudes liées à l'évaluation de ces émissions pour les autres filières, notamment biologiques. Il convient également de noter que le protocole EpE et le protocole de quantification du CITEPA diffèrent sur certains aspects méthodologiques rendant difficiles des comparaisons directes. Par exemple, tandis que le protocole EpE affecte aux déchets les émissions dues aux consommations de carburants (manutention, co-combustion, ...), le CITEPA les référence dans la catégorie « Energie ».

Une étude sur le périmètre élargi de la gestion des déchets : émissions directes mais aussi indirectes et évitées...

La FNADE a confié à BIO Intelligence Service, expert reconnu par la Commission européenne en analyses de cycle de vie, la réalisation d'un inventaire des émissions directes, indirectes et évitées de gaz à effet de serre liées aux activités de traitement des déchets ménagers et assimilés. L'étude s'appuie sur deux piliers méthodologiques :

- une revue bibliographique exhaustive, permettant d'intégrer les données d'émissions les plus récentes et les plus consensuelles disponibles dans la littérature scientifique ;
- l'application d'une méthodologie de type analyse de cycle de vie (ACV), afin d'intégrer des émissions liées au traitement des déchets habituellement non quantifiées (construction des sites, utilisation de réactifs chimiques).

L'analyse de cycle de vie est une méthodologie rigoureuse et transparente permettant l'évaluation quantitative des impacts environnementaux d'un produit depuis l'extraction des matières premières qui le composent, sa fabrication, et son utilisation, jusqu'à son élimination en fin de vie.

La présente étude considère donc un champ différent de ceux pris en compte par le CITEPA ou par le Protocole EpE. Ce champ est restreint aux déchets ménagers et assimilés, mais plus large sur le périmètre des types d'émissions de gaz à effet de serre, car quantifiant l'ensemble des émissions directes, indirectes et évitées. Certaines émissions, non prises en compte dans d'autres inventaires du fait de leur variabilité trop importante, comme par exemple la construction des sites, sont ici considérées, ainsi que les émissions de N₂O générées lors de la combustion du biogaz en torchère.

¹ CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique

26,5 Mt

de déchets ménagers et assimilés collectés en 2004, dont :

- 22 Mt de déchets ménagers au sens strict
- 4,5 Mt de déchets des entreprises collectés avec les déchets ménagers

1,68 Mt

de déchets verts amenés par les particuliers en déchèterie en 2004

6,5 Mt

de déchets en centres de transfert en 2004

64 %

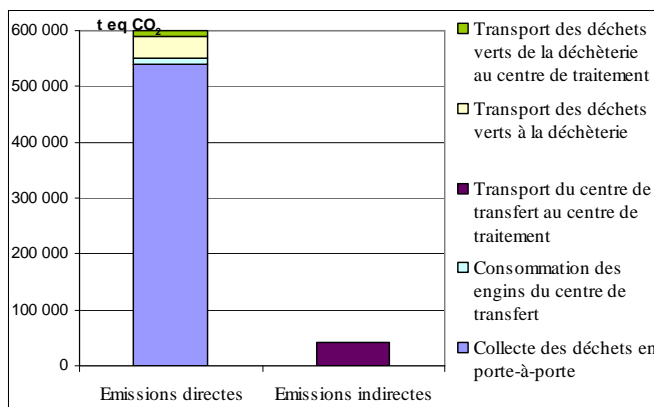
des déchets ménagers et assimilés sont collectés par le secteur privé, et notamment par des adhérents de la FNADE. Le reste est collecté par le service public.

Source : ADEME 2006 – Les marchés des activités liées aux déchets

Une étape logistique dominée par les impacts de la collecte des déchets en porte-à-porte

Les déchets ménagers et assimilés sont collectés en porte-à-porte par des bennes à ordures, avec une fréquence variant selon les territoires. Pour faciliter les estimations, il a été considéré que l'ensemble de la collecte sélective des fractions recyclables (papiers/cartons, plastiques, verre) s'effectue en porte-à-porte. En réalité, une partie des déchets recyclables est apportée par les particuliers dans des bennes d'apport volontaire. Cette hypothèse a été retenue car elle ne change pas les ordres de grandeur des résultats. Quant aux déchets verts, ils sont amenés par les particuliers en déchèterie.

Près d'un tiers des déchets collectés sont stockés provisoirement dans des centres de transfert avant d'être acheminés vers leur unité de traitement (centre de tri, usine d'incinération, centre de stockage, ...). L'intérêt d'un centre de transfert est de permettre le regroupement des déchets allant vers une même destination, pour augmenter le taux de remplissage des camions, et ainsi optimiser la logistique et limiter les émissions de gaz à effet de serre. Une telle installation peut aussi servir d'unité de pré-traitement pour trier ou valoriser un flux.



Les émissions indirectes liées à la construction des centres de transfert ne sont pas présentées sur le graphe, car négligeables. Pour les mêmes raisons, les émissions liées à la consommation de lubrifiants et d'électricité sur les sites ne sont pas présentées.

Le transport des déchets depuis l'habitat des particuliers jusqu'aux sites de traitement est responsable de 98 % du total des émissions. Cela inclut :

- la collecte en porte-à-porte des déchets ménagers et assimilés (83 % du total des émissions), pour deux tiers jusqu'à leur site de valorisation / traitement, pour un tiers jusqu'à un centre de transfert ;
- l'acheminement par camion durant 40 km en moyenne du centre de transfert vers le site de valorisation / traitement (6 % du total des émissions) ;
- le transport des déchets verts des particuliers à la déchèterie, puis de celle-ci au site de compostage (8 % du total des émissions).

Les autres émissions concernant ce métiers concernent les engins d'un centre de transfert qui consomment en moyenne 0,6 L de diesel / tonne de déchets, ce qui génère des émissions de CO₂ fossile.

Depuis plusieurs années, les gestionnaires de déchets, conscients de la nécessité de réduire les impacts des transports, travaillent à l'optimisation des circuits de collecte. Pour cela, ils développent des outils innovants d'informatique embarquée, leur permettant d'analyser l'efficacité des circuits, pour les améliorer.

Développer le transport alternatif des déchets et l'utilisation de carburants propres

La réduction des émissions de gaz à effet de serre du secteur des déchets peut se faire par une rationalisation des transferts et du transport, ainsi que par le développement des modes alternatifs de transport (prise en charge multimodale, fret ferroviaire et fluvial).

De plus, l'utilisation de carburants propres (biocarburant dont biodiesel, biogaz, ...) permet de réduire les émissions et d'éviter l'utilisation de carburants d'origine fossile. Les projets domestiques peuvent intervenir comme un outil de mise en œuvre de ces techniques permettant de réduire les émissions de la collecte, du transfert et de la logistique liés à la gestion des déchets.

Le choix de la meilleure option doit se faire en fonction de la nature du déchet à l'aune du bilan environnemental global. Le territoire cohérent est celui du bassin de vie, c'est-à-dire celui qui permettra de minimiser l'impact environnemental.

Certains outils, tels que l'analyse de cycle de vie ou les indicateurs de performance, peuvent guider les choix.

LE TRI ET LE RECYCLAGE

Le recyclage a permis d'éviter l'émission de 1 800 000 tonnes de CO₂ en 2004, soit l'équivalent des émissions annuelles de près de 200 000 européens*

Dans un centre de tri, les différentes fractions recyclables sont séparées pour être ensuite orientées vers leur filière de recyclage. De plus en plus, les centres de tri se dotent de systèmes automatisés combinant différentes techniques de tri pour améliorer l'efficacité de la séparation des différentes fractions.

De façon générale, les déchets circulent à l'intérieur des centres via des convoyeurs (sortes de tapis roulant), et subissent différentes étapes de séparations (par exemple, l'acier est trié par magnétisme) pour permettre de séparer au plus finement les différentes fractions. Des opérateurs en début de chaîne affinent le tri.

Trier correctement les déchets : un geste pour lutter contre le changement climatique

Il est très important que les consommateurs en amont trient correctement pour maximiser la quantité de matériaux dirigés vers le recyclage et minimiser les déchets refusés, qui seront réorientés vers l'incinération ou le stockage. Cela a des conséquences très importantes en termes d'effet de serre :

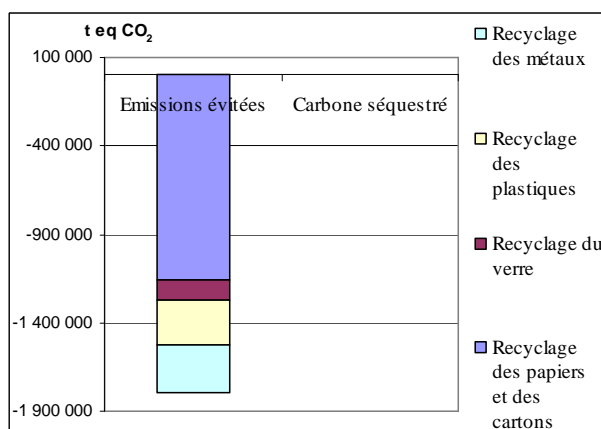
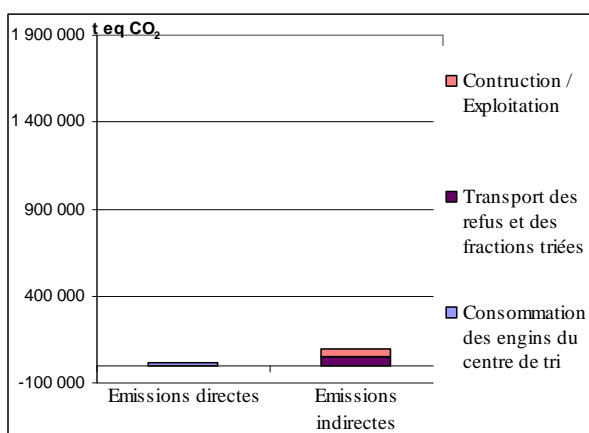
⇒ Recycler un kilo d'aluminium permet d'éviter l'émission de près de dix kilos de CO₂ !

⇒ Un déchet non recyclable envoyé en centre de tri aura parcouru en moyenne 40 km de plus qu'un déchet orienté correctement directement vers le bon site de traitement... En 2004, 22 % des déchets entrant en centre de tri ont ainsi été refusés.

Tous les déchets ne sont pas recyclables ; limiter les émissions de gaz à effet de serre, c'est donc avant tout orienter les déchets vers le traitement qui est approprié compte tenu de leur nature. Les services environnement des municipalités développent des actions de communication pour faire connaître précisément les consignes de tri.

Le recyclage, une nouvelle vie pour les déchets

D'une part, le recyclage des déchets permet de réduire les déchets éliminés et d'éviter l'utilisation de matières premières et les émissions de gaz à effet de serre associées à leur extraction et à leur acheminement vers le site de production. Et d'autre part, pour certains matériaux, cela permet un processus de fabrication moins énergivore. C'est notamment le cas de l'aluminium : le procédé de fabrication nécessite 20 fois moins d'énergie dans le cas d'aluminium recyclé (source : BUWAL 98).



* Source : « Study on external environmental effects related to the life cycle of products and services », BIO IS pour la Commission européenne, 2003

Les émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation d'électricité du centre de tri ne sont pas présentées, car négligeables.

Les émissions générées proviennent :

- des engins des centres de tri, qui consomment en moyenne 0,04 L de fuel et 1,43 L de diesel par tonne de déchets ;
- du transport des refus vers les centres de traitement (40 km) ;
- du transport des fractions triées vers les sites de recyclage (100 km) ;
- et enfin des divers matériaux nécessaires à la construction et à l'exploitation du centre de tri.

Le recyclage des diverses fractions triées permet d'éviter plus d'émissions de gaz à effet de serre que les étapes en amont n'en génèrent ; cette filière est ainsi bénéfique en termes de lutte contre le changement climatique.

Les tonnages de matériaux recyclés n'ont cessé d'augmenter au cours des dernières années, grâce aux efforts conjoints des entreprises, améliorant leur conception des produits en vue d'une meilleure recyclabilité, des consommateurs de plus en plus sensibilisés à trier leurs emballages, et des adhérents de la FNADE, qui augmentent sans cesse les performances des techniques de tri des matériaux.

3,445 Mt

issues des déchets ménagers et assimilés¹ triées en 2004

Le recyclage en 2004¹

1,83 Mt

de papiers/cartons recyclés

400 000 t

de verre recyclé

210 000 t

de plastiques recyclés

90 000 t

de métaux non ferreux recyclés

10 000 t

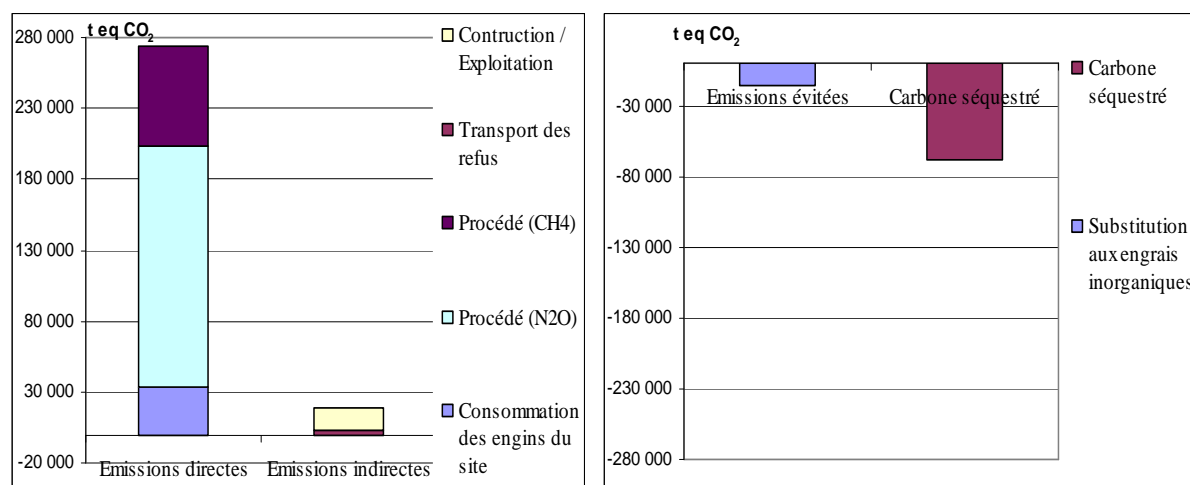
de métaux ferreux recyclés

¹ : les quantités recyclées issues des déchets banals des entreprises non collectés avec les déchets ménagers sont hors du champ de l'étude

Une bonne solution pour la valorisation des déchets organiques

Lors du processus de compostage, les déchets organiques (déchets ménagers et assimilés résiduels, déchets verts, biodéchets) fermentent en présence d'oxygène. Cela génère principalement des émissions de CO₂ biogénique, non comptabilisées dans les émissions de gaz à effet de serre. Le compost produit est valorisé comme amendement organique, engrais organique ou support de culture (terreau), en agriculture au sens large (horticulture, espaces verts, ...) et par les particuliers.

Les activités de compostage exploitées dans des conditions optimisées ne génèrent pas de CH₄ car elles mettent en œuvre des conditions aérobies strictes et un contrôle précis des teneurs en eau afin de favoriser la décomposition aérobie des déchets. Les faibles émissions de méthane du compostage sont donc dues à la présence de poches très ponctuelles reproduisant localement des conditions anaérobies, et que les bonnes pratiques de compostage minimisent très fortement. Les émissions de N₂O sont généralement faibles, entre 0,1 et 5 % de l'azote initial contenu dans les déchets. Le pouvoir de réchauffement important de ces deux gaz explique que malgré les faibles quantités en jeu, ceux-ci représentent plus de 90 % des émissions générées lors du compostage. **De façon générale, ces émissions relèvent de réactions biologiques complexes et leur estimation est donc entachée d'une grande incertitude.** Nous les prenons ici toutefois en compte par souci d'exhaustivité sur la base de chiffres moyens.



NB : le compostage génère en moyenne 17 % de **refus** mais avec une fourchette allant de 4 à 40 %, qui sont traités en centres de stockage ou en UIOM, représentant 270 000 t eq CO₂ d'émissions de GES. Ces émissions ne sont pas présentées ici, car allouées directement aux émissions des centres de stockage et des usines d'incinération.

Les émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation d'électricité du site de compostage ne sont pas présentées, car négligeables.

Les émissions indirectes proviennent à 86 % de la construction et de l'exploitation du site (consommation de béton, d'enrobé, de bâches plastiques, de lubrifiants), de la consommation d'électricité du process et du transport des 17 % de refus générés en moyenne sur un site. La production de compost (plus d'1 million de tonnes en 2004) évite la production et l'importation d'engrais minéraux (pour l'azote de synthèse produits à 40 % en France et à 60 % à l'étranger ; pour le phosphore et la potasse importés intégralement) et les émissions de GES associées. L'apport de matières organiques aux sols s'accompagne d'effets positifs indirects (moindre consommation en eau pour les cultures, et en carburants pour les tracteurs, diminution du lessivage et de la percolation des engrais minéraux, diminution de la pollution des eaux de surface et souterraines) qui ne sont pas ici pris en compte faute d'éléments de quantification ; ces effets positifs sur les émissions de GES évitées, viendraient diminuer le bilan global de la filière compostage.

Le calcul de la quantité de carbone séquestré suit la méthodologie développée dans une étude récente¹ de la Commission européenne, qui considère que 8 % du carbone biomasse contenu dans le compost est séquestré dans le sol. Ce chiffre est soumis à de fortes incertitudes ; l'interprétation de ces résultats doit donc se faire avec prudence.

La norme réglementaire NFU 44051 récemment révisée fixe des exigences fortes de qualité agronomique et d'innocuité pour les composts. Ainsi les produits du compostage ne peuvent être fournis aux agriculteurs et autres utilisateurs que s'ils respectent cette norme ou s'ils ont obtenu une homologation spécifique par le Ministère de l'agriculture et de la pêche. Cette garantie de qualité va aider à fiabiliser les débouchés de ces produits, et ainsi contribuer à assurer la pérennité et le développement de la filière du compostage.

¹ « Options de Gestion des Déchets et Changement Climatique », AEAT pour la Commission européenne, 2001

3,12 Mt*

compostées en 2004,

dont :

- 1 315 000 t de déchets ménagers et assimilés bruts
- 1 680 000 t de déchets verts
- 125 000 t de biodéchets

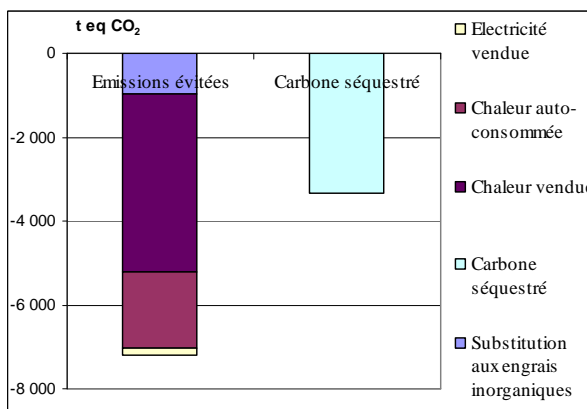
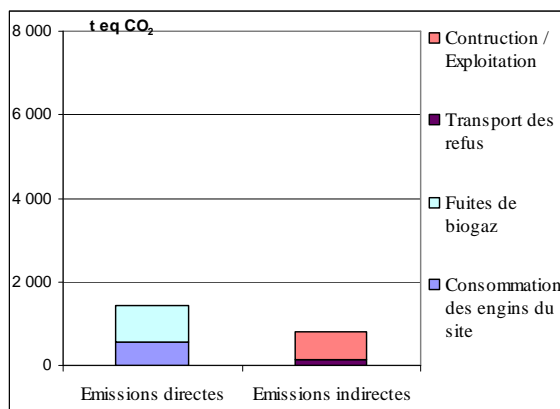
552*

unités de compostage en France en 2004

* les boues d'épuration sont hors du champ de l'étude

Un procédé intermédiaire performant

Comme le compostage, la méthanisation est un procédé de traitement des déchets organiques ; à ceci près que la fermentation se fait en l'absence d'oxygène, ce qui produit du biogaz contenant du méthane, et non du CO₂ biomasse. Le méthane est récupéré quasi-intégralement et utilisé pour produire de la chaleur et de l'électricité, tandis que les résidus organiques (digestat composté en sortie du méthaniseur) peuvent être valorisés en agriculture.



NB : la méthanisation génère en moyenne 15 % de **refus**, qui sont traités en centres de stockage ou en UIOM, représentant 12 000 t eq CO₂ d'émissions de GES. Ces émissions ne sont pas présentées ici, car allouées directement aux émissions des centres de stockage et des usines d'incinération.

Les émissions évitées par l'autoconsommation d'électricité ne sont pas présentées, car négligeables.

Les émissions directes sont dues à la consommation de carburant par les engins du site (1/3 des émissions) et aux fuites de biogaz contenant du méthane (2/3 des émissions). Ces fuites représentent en moyenne 0,5 % du biogaz produit. Dans le cas où le digestat issu de la méthanisation est composté pour assurer sa maturation, les émissions directes liées à la production de CH₄ et N₂O de cette étape ont été négligées car très peu renseignées.

Les émissions indirectes quant à elles proviennent du transport des refus vers des unités d'incinération ou de stockage (20 % des émissions) et de la construction et de l'exploitation du site (80 % des émissions).

En 2004, 2 GWh d'électricité et 25 GWh de chaleur (source : ITOM 2004) ont été produits grâce à la méthanisation, dont une partie est autoconsommée par les sites. Cela a permis d'éviter l'émission de plus de 6 000 tonnes de CO₂. De plus, les 80 000 t de compost produites ont permis d'éviter l'émission de 1 000 tonnes supplémentaires correspondants à la production évitée d'engrais minéraux.

La méthanisation est une filière en plein développement en France, avec des applications intéressantes, comme par exemple à Lille, où le méthane du biogaz est utilisé comme carburant propre par une partie des bus municipaux.

LE TRAITEMENT MECANO-BIOLOGIQUE

Le terme de traitement (ou pré-traitement) mécano-biologique (ou MBT, pour mechanical-biological treatment en anglais) couvre en réalité plusieurs combinaisons de procédés de traitement des déchets ménagers et assimilés résiduels qui ont en commun deux grandes étapes :

- une préparation mécanique permettant de séparer les déchets organiques des non-organiques ;
- un traitement par compostage ou méthanisation des déchets organiques séparés.

Les déchets non organiques peuvent être valorisés sous forme de matières premières secondaires ou énergétiquement. Le MBT permet en effet de préparer des combustibles solides de récupération (CSR ou RDF « Refuse Derived Fuel »). Dans le cas où aucune valorisation n'est possible, les déchets non organiques sont mis en centre de stockage.

Le MBT est une filière qui se développe fortement dans certains pays européens, notamment l'Allemagne, qui dispose d'une cinquantaine d'unités. La France dispose actuellement de trois unités (Mende, Lorient et Carpentras) ; il n'y a donc pas assez de données disponibles sur ce type d'installations en France, du fait des fortes variations possibles en fonction des choix de valorisation effectués, pour en quantifier le bilan effet de serre. Il est cependant possible de s'inspirer du bilan allemand, ainsi que d'une étude récente de la Commission européenne, pour dégager de grandes tendances sur les émissions de gaz à effet de serre liées au MBT.

En Allemagne¹ et dans d'autres pays d'Europe, le MBT sert entre autre à **diminuer la quantité de matière organique enfouie** (conformément à leur réglementation nationale), ceci notamment pour réduire la production de biogaz des centres de stockage, et limiter le traitement des lixivats. En principe, la réduction de la production de biogaz en centre de stockage et la valorisation de déchets à fort pouvoir calorifique doivent permettre respectivement de limiter les émissions de méthane et de maximiser la récupération d'énergie, et donc les émissions de gaz à effet de serre évitées. Cependant, l'ADEME indique qu'aujourd'hui, les résultats de suivi de sites de stockage recevant uniquement des déchets pré-traités sont quasi inexistantes. Il reste donc à déterminer l'influence réelle du pré-traitement sur les émissions des installations de stockage et les pratiques d'exploitation (captage du gaz, compactage, ...).

Une **étude récente de la Commission européenne²** a quantifié de manière théorique les émissions de gaz à effet de serre générées et évitées par un processus MBT (considérant la valorisation énergétique de la fraction non-organique). Divers scénarios ont été considérés, selon une plus ou moins grande stabilisation du compost produit. Dans tous les cas, il ressort du bilan global du traitement que le procédé MBT permet d'éviter des émissions de gaz à effet de serre, entre 30 et 400 kg de CO₂ par tonne traitée selon les scénarios.

¹ Source : ADEME - OPTIGEDE

² « Options de Gestion des Déchets et Changement Climatique », AEAT pour la Commission européenne, 2001

3

unités de méthanisation de déchets ménagers et assimilés en fonctionnement en France en 2004

3

unités de MBT en fonctionnement en France en 2007

L'INCINERATION

11,55Mt

de déchets ménagers et assimilés incinérés en 2004, dont :

10,98 Mt

dans des incinérateurs avec récupération d'énergie

2 160 GWh

d'électricité produits par l'incinération des déchets ménagers et assimilés en 2004

6 450 GWh

de chaleur produits par l'incinération des déchets ménagers et assimilés en 2004

L'incinérateur, une solution de valorisation énergétique

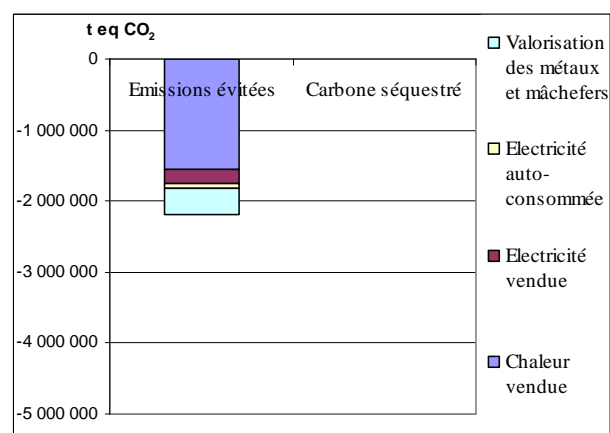
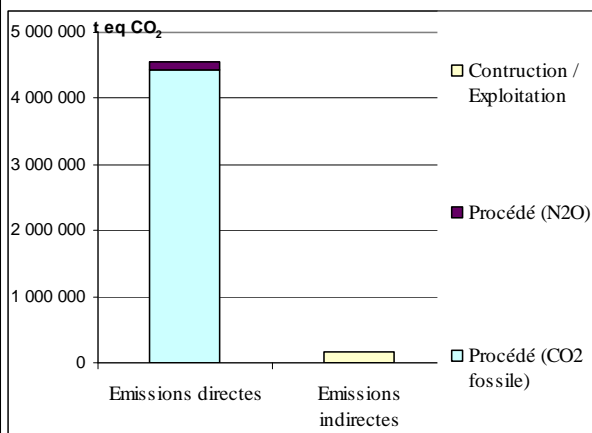
L'incinération permet, pour la plupart des installations, de valoriser l'énergie contenue dans les déchets. Cela a été le cas pour 95 % des déchets incinérés en 2004.

L'énergie récupérée peut être valorisée sous différentes formes :

- valorisation thermique seule : le rendement est assez élevé, de l'ordre de 70 à 80 %, cependant la demande est souvent inférieure à l'offre, particulièrement en été, d'où des rendements annuels inférieurs au potentiel ;
- valorisation électrique seule : la vapeur produite est orientée vers une turbine, qui entraîne un générateur électrique. L'électricité produite peut être apportée au réseau électrique toute l'année, mais le rendement énergétique est plus faible, inférieur à 25 % ;
- cogénération : la chaleur contenue dans la vapeur permet de produire de l'électricité avant une utilisation de la chaleur résiduelle. Le rendement global est généralement compris entre 60 et 70 %.

La valorisation thermique seule est donc le procédé permettant le meilleur rendement ; il est ainsi pertinent de le privilégier lors du choix de la construction de nouvelles installations. Cependant, le rendement réel est lié à l'existence d'une installation demandeuse de chaleur à proximité de l'incinérateur. C'est un paramètre très important à prendre en compte lors du choix de la localisation d'un incinérateur.

Outre la valorisation énergétique, l'incinération permet aussi d'éviter des émissions de gaz à effet de serre grâce notamment au recyclage des métaux extraits des mâchefers, ou bien à la valorisation des mâchefers en technique routière.



NB : Les REFIOM et une partie des mâchefers sont traités en centres de stockage dédié.

Les émissions de gaz à effet de serre générées par la consommation de carburant des engins du site, la consommation d'électricité des incinérateurs sans valorisation électrique, et le transport des mâchefers et REFIOM ne sont pas présentées, car négligeables.

93 % des émissions proviennent du CO₂ fossile issu de la combustion des plastiques, textiles, et autres déchets ménagers et assimilés contenant du carbone fossile. Le reste est dû à part quasiment égales aux émissions de N₂O liées au processus de combustion des déchets, et enfin aux divers matériaux nécessaires à la construction et à l'exploitation de l'incinérateur.

La valorisation énergétique permet d'éviter l'émission de près de 1 800 000 tonnes de CO₂ ; tandis que les résidus de l'incinération, les mâchefers, sont pour 73 % valorisés en technique routière, ce qui permet d'éviter la consommation énergétique associée à l'extraction et à l'acheminement de sables auxquels ils se substituent.

16,4 kg de métaux sont aussi récupérés par tonne de déchets incinérés, et recyclés.

Grâce aux efforts menés par les adhérents de la FNADE, l'incinération est aujourd'hui une technique sûre, soumise aux normes de rejets les plus strictes parmi les installations de combustion.

Il est encore possible d'augmenter les émissions évitées de la filière en maximisant l'efficacité énergétique des installations. De plus, les équipes de chercheurs des adhérents de la FNADE étudient actuellement les possibilités de captage et de stockage de CO₂, de manière à encore améliorer le bilan effet de serre.

Les déchets, une source d'énergie renouvelable

Hors biocarburants, les déchets sont la troisième source de production d'énergie renouvelable :

Source	Electricité produite (ktep)	Energie thermique produite (ktep)	Production totale (ktep)	Classement des productions en ordre décroissant
Hydraulique	4 945		4 945	2
Eolien	188		188	7
Solaire	5	46	51	8
Géothermie	67	130	197	6
Pompes à chaleur		437	437	4
Déchets urbains solides	132	322	454	
Bois énergie	123	8 670	8 793	1
Résidus de récoltes	40	234	274	5
Biogaz	43	54	97	
Total déchets	175	376	551	3
Biocarburants		669	669	

Source : DGEMP - Observatoire de l'énergie, mai 2007

Les bioréacteurs

Le principe

Ce mode de traitement repose sur l'accélération de la biodégradation anaérobie de la fraction fermentescible des déchets non dangereux conduisant à leur minéralisation. Cette diffusion est assurée par une recirculation contrôlée des lixiviats (eaux de percolation).

Les avantages

Ce mode de traitement permet d'accélérer la production de biogaz sur la première période de vie du site et donc de concentrer la production sur une période plus courte. Ce qui induit deux effets positifs : l'accroissement de la possibilité de valorisation énergétique du biogaz capté et donc la réduction de la consommation d'énergies fossiles ainsi que la réduction des émissions de GES en fin de vie du site.

D'autres avantages sont reconnus à ce mode d'exploitation comme la diminution du risque de nuisance olfactive du fait de l'optimisation de la gestion du biogaz, la réduction de la charge organique des lixiviats au fur et à mesure de leur recirculation et l'accélération de la stabilisation mécanique qui permet un réaménagement plus rapide et donc des émissions de GES réduites et une production de lixiviats diminuée.

Le centre de stockage, vers une autre solution de valorisation énergétique

Des techniques de stockage modernes

L'image d'Épinal de « la grande fosse où l'on déverse des ordures » a fait son temps. Aujourd'hui, les centres de stockage (de classe II pour les déchets ménagers et assimilés) sont des sites isolés du sol par des géomembranes, et hautement contrôlés, où les effluents gazeux (biogaz) et liquides (lixiviats) générés par les déchets sont captés et gérés de façon à minimiser les impacts sur l'environnement. Le biogaz notamment, qui contient du méthane, est brûlé, ce qui permet d'éviter son rejet dans l'air et l'effet de serre associé (le méthane a un pouvoir de réchauffement de 21 équivalents CO₂), et ainsi d'émettre à la place du CO₂ d'origine biomasse, non comptabilisé dans les bilans « effet de serre ».

Pour un peu plus d'un tiers des tonnages, la combustion du biogaz s'accompagne d'une valorisation de l'énergie produite, ce qui permet d'éviter des émissions de GES. Sinon, on parle simplement de « brûlage en torchère ».

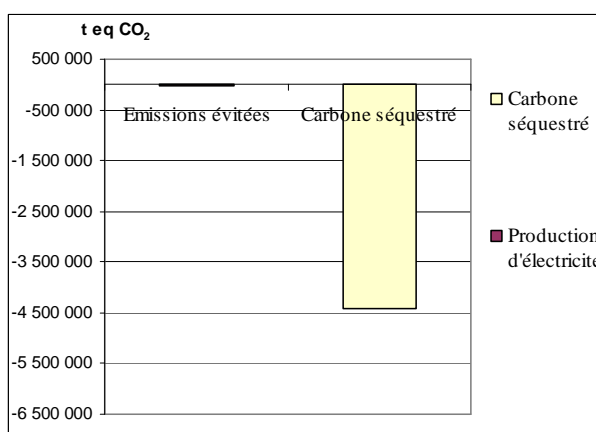
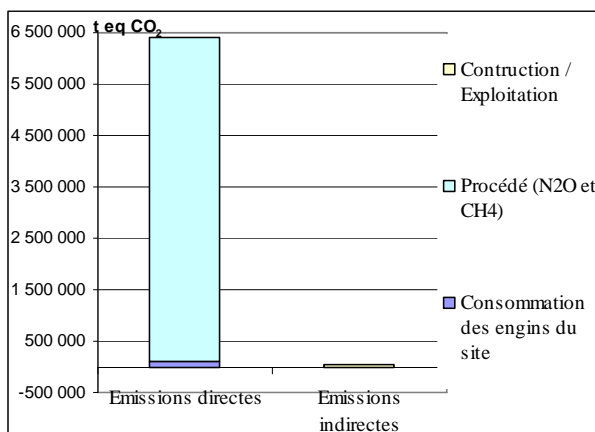
Le cas du carbone séquestré

La question de la prise en compte de la séquestration du carbone est très importante pour les centres de stockage, où une grande quantité de carbone est potentiellement piégée.

De grandes incertitudes accompagnent le calcul du taux de carbone séquestré par tonne de déchets ménagers et assimilés enfouie. Il convient donc d'être très prudent avec les résultats obtenus. Le facteur ici retenu est celui utilisé dans l'étude « Options de Gestion des Déchets et Changement Climatique », menée en 2001 par AEAT pour la Commission Européenne. Cette étude considère qu'environ 50 % du carbone biomasse enfoui est séquestré, ce qui correspond à 371 kg CO₂ / tonne enfouie, en considérant une composition des déchets moyenne européenne.

Méthodologie de calcul des émissions de méthane

Les émissions de méthane liées aux fuites de biogaz dans les centres de stockage ont été calculées à partir des données du CITEPA pour 2004, en allouant une partie des émissions aux déchets ménagers et assimilés. En effet, l'inventaire du CITEPA couvre l'ensemble des déchets stockés, soit les déchets ménagers et assimilés, mais aussi les déchets industriels banals, les encombrants, etc. Ces émissions ne correspondent pas directement à celles générées par les 11,89 millions de tonnes d'OM enfouies en 2004 qui mettront quelques années à se dégrader, mais à la quantité de méthane émise en 2004 par les déchets enfouis dans les sites depuis une quinzaine d'années.



Les émissions générées par la consommation d'électricité du site et le transport des lixiviats ne sont pas présentées ici car négligeables. Pour la même raison, les émissions évitées grâce à la production de chaleur ne sont pas présentées.

Les fuites de méthane sur les sites de production représentent 97 % de l'ensemble des émissions générées. Ces fuites sont en constante diminution, à mesure que les centres de stockage utilisent des technologies de plus en plus performantes. A titre d'illustration, en 2004, 86 % des déchets enfouis l'ont été dans des sites captant le biogaz ; en comparaison, seuls 26 % l'étaient en 1990. Les sites des adhérents de la FNADE sont, pour leur part, entièrement équipés de captation de biogaz.

La valorisation énergétique du biogaz (pour 36 % du tonnage en 2004) a permis de produire 230 GWh d'électricité, et 40 GWh de chaleur. Cela correspond à plus de 30 000 tonnes d'émissions de CO₂ évitées.

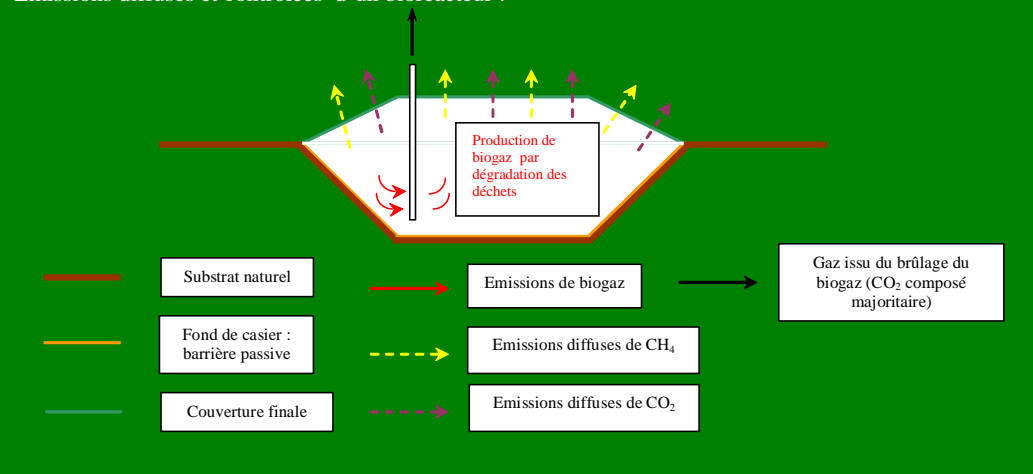
Les règles suivies sont les suivantes :

- la production hydraulique brute est comptabilisée hors production issue des stations d'épuration ;
- la production primaire brute de biogaz est la production du biogaz capté et valorisé ;
- la production primaire brute des déchets urbains et sa valorisation sous forme électrique et thermique sont désormais réparties à 50 % entre déchets urbains renouvelables et déchets urbains non renouvelables.

Seuls les déchets urbains renouvelables apparaissent dans ce bilan spécifique.

NB : les biocarburants ne sont pas pris en compte dans ce bilan.

Emissions diffuses et contrôlées d'un bioréacteur :



CONCLUSION

Cette étude confirme d'une part l'ordre de grandeur des émissions de gaz à effet de serre générées par le secteur des déchets en France, et d'autre part les enjeux prioritaires en termes de réduction des émissions.

De façon générale, il n'existe pas un mode de valorisation / traitement unique, pertinent pour tous les types de déchets. A chaque contexte local correspond une solution, dont il convient d'optimiser en vue de la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

- Le **recyclage** est bien évidemment une **filière à privilégier pour les déchets recyclables**, puisqu'il évite plus d'émissions de gaz à effet de serre qu'il n'en génère. Il convient ainsi de poursuivre les efforts menés par l'ensemble des acteurs de la chaîne pour maximiser les tonnages de déchets recyclés. Il s'agit en effet pour les industriels de continuer à augmenter la recyclabilité de leurs produits et de leurs emballages, pour les consommateurs de trier, et surtout de bien trier, pour diminuer la quantité de déchets refusés en centre de tri, et enfin pour les adhérents de la FNADE de poursuivre l'optimisation des techniques de tri.
- Les émissions de gaz à effet de serre générées par le **compostage** sont soumises à de **grandes incertitudes**, en raison de la complexité des réactions biologiques en œuvre. Le choix a été fait dans cette étude de prendre en compte des émissions de méthane (absentes en théorie de ce processus aérobie), mais aussi des émissions de protoxyde d'azote, pourtant non prises en compte dans l'inventaire national du CITEPA en raison justement des incertitudes qui y sont liées. La profession mène des travaux de recherche et développement qui permettront de préciser le niveau de ces émissions. Cette volonté de transparence et d'objectivité dans le calcul des émissions directes ne doit pas masquer les bénéfices du compostage. En effet le compost est aujourd'hui un produit de qualité, dont l'utilisation peut se **substituer à l'utilisation d'engrais inorganique**, et ainsi d'éviter les émissions de gaz à effet de serre associées.
- La méthanisation est une étape de la gestion des déchets qui requiert nécessairement une étape finale de prise en charge du digestat (compostage) et des refus (incinération ou stockage). Actuellement, les émissions liées au traitement en incinération ou stockage des refus générés par la méthanisation sont importantes, et annulent à ce jour les émissions évitées. Il est donc essentiel de travailler à la qualité des entrants pour faire de la **méthanisation** un procédé **performant d'un point de vue bilan effet de serre**. La méthanisation produit de l'énergie thermique qui est utilisée dans des réseaux de chaleur industriels ou urbains, et qui évite ainsi la production de chaleur par le biais d'énergie fossile. De plus, le bilan effet de serre est lié à **l'existence de débouchés pour l'énergie produite**. En effet, la production d'électricité est beaucoup moins intéressante d'un point de vue environnemental que la fourniture de chaleur, mais la chaleur se transporte sur de moins longues distances et les besoins sont plus saisonniers. Dans les faits, la co-génération de chaleur et d'électricité est souvent pratiquée par un même site. Des solutions innovantes peuvent aussi être envisagées pour utiliser le méthane produit, en carburant propre par exemple.
- **Incinerer** des déchets permet d'en **recupérer l'énergie**. A ce titre, 2 100 GWh d'énergie électrique et 6 400 GWh d'énergie thermique ont été produits en 2004 (déchets ménagers et assimilés). Les outils de valorisation thermique sont ceux présentant le rendement énergétique le plus performant, mais cette performance est ici aussi liée à l'existence de débouchés pour la chaleur produite. Cet aspect est à prendre en compte lors des **choix de localisation de ces outils**. Les adhérents de la FNADE travaillent par ailleurs à optimiser l'efficacité énergétique des outils de capacité moyenne.
- **Les centres de stockage** sont des outils de traitement pour lesquels des **efforts considérables de réduction** des émissions de gaz à effet de serre ont été menés. En effet le taux de captage du méthane est passé de 26 % en 1990 à plus de 90 % aujourd'hui. Tout en poursuivant ces efforts, la FNADE travaille aujourd'hui à **optimiser la valorisation énergétique** dans ses installations, notamment sur les outils de taille moyenne, peu équipés.
- Enfin, **la collecte et le transfert des déchets** représentent un **enjeu d'optimisation fort** : la réduction des émissions de gaz à effet de serre générées par la collecte en porte-à-porte est une cible prioritaire pour les adhérents de la FNADE. Pour cela, des analyses détaillées des circuits de collecte sont menées, à l'aide de logiciels spécifiques, afin de calculer les parcours optimaux. Par ailleurs, la mise en place de modes de transport alternatifs ou l'utilisation de véhicules « propres » sont des solutions utilisées pour réduire les émissions.

Au travers de ces efforts volontaires de réduction des émissions de gaz à effet de serre, les adhérents de la FNADE démontrent leur position d'acteurs incontournables dans la lutte contre le changement climatique. En s'engageant à poursuivre les actions entreprises dans cette direction, les entreprises du secteur des déchets travaillent à offrir à leurs clients une garantie de service toujours plus respectueux de l'environnement.

Champ de l'étude et choix méthodologiques

- **Champ de l'étude :** L'étude couvre les **déchets ménagers et assimilés**, c'est-à-dire les déchets ménagers au sens strict (collecte en mélange et collecte sélective des recyclables), ainsi que les déchets produits par les entreprises collectés avec ceux des ménages. L'étude prend aussi en compte les déchets verts produits par les ménages amenés en déchèteries.
- **Année de référence :** Les tonnages traités et les données relatives à l'énergie produite par valorisation sont extrapolés des données de l'ITOM **2004**. En effet, l'ITOM 2004 présente des valeurs agrégées ayant trait à l'ensemble des déchets entrant dans une installation de traitement des déchets ménagers ; à savoir les déchets ménagers bien sûr, mais aussi les déchets banals des entreprises, les boues de stations d'épuration, les encombrants, les gravats, etc. De manière à se limiter au périmètre de l'étude, à savoir les déchets ménagers et assimilés, des ventilations ont été faites à partir des données de l'ITOM 2002 notamment, ce document présentant des valeurs plus détaillées par type de déchet traité.
- **Gaz à effet de serre :** Les six gaz à effet de serre couverts par le Protocole de Kyoto ont été considérés, associés aux pouvoirs de réchauffement climatique décrits dans le Second Rapport du GIEC, repris dans ce même Protocole. Cependant, si les six gaz à effet de serre sont bien concernés pour le calcul des émissions indirectes liées à l'utilisation de consommables sur sites, seuls trois gaz (le CO₂, le CH₄ et le N₂O) sont impliqués dans les émissions directes.
- **Champ d'application de la méthodologie type Analyse de Cycle de Vie (ACV) :** Les calculs des émissions sur leur cycle de vie ont été réalisés à l'aide de la base de données suisse EcoInvent 1.3 considérée comme l'une des meilleures bases par les experts. Cette méthodologie a ainsi permis d'intégrer dans l'étude les impacts de la construction des installations de traitement, de l'utilisation de produits chimiques, d'estimer les émissions évitées grâce à la substitution du compost aux engrais de synthèse, ou encore d'estimer les émissions de GES associées à la production d'un kWh d'électricité en France.

Emissions directes, indirectes et évitées

Le Protocole EPE fait la distinction entre 3 types d'émissions de gaz à effet de serre :

- Les **émissions directes** : il s'agit d'émissions provenant de procédés ou d'équipements possédés ou contrôlés par une entité (émissions provenant des installations de combustion, centres de stockage ou bien consommation de carburant des véhicules de l'entité).

	Facteurs d'émission considérés	Sources
Benne à ordures	- Consommation moyenne d'une benne: 60.5 L diesel / 100 km - Facteur d'émission du diesel: 2.95 kg CO ₂ / L	- ADEME (2000): Déchets ménagers: leviers d'amélioration des impacts environnementaux, et Véolia Propreté (2007) - ADEME(2005): Bilan Carbone, Calcul des facteurs d'émissions (v3.0)
Fuel domestique	- Facteur d'émission du fuel domestique: 2.95 kg CO ₂ / L	ADEME(2005): Bilan Carbone, Calcul des facteurs d'émissions (v3.0)
Fuel lourd	- Facteur d'émission du fuel lourd: 3.55 kg CO ₂ / L	ADEME(2005): Bilan Carbone, Calcul des facteurs d'émissions (v3.0)
Camion	164 g CO ₂ / tkm	Base de données d'inventaires de cycle de vie EcoInvent v1.3, Transport, lorry 40t/CH S

Valeurs retenues pour le calcul des émissions directes liées à la consommation de carburant

- Les **émissions indirectes** : il s'agit d'émissions liées à l'activité de l'entité, mais provenant de sites ou d'opérations possédés ou contrôlés par une entité autre que celle effectuant le reporting de ses émissions. Par exemple, un site de compostage consomme de l'électricité, dont la production génère des émissions de GES. Du point de vue du site de compostage, ces émissions sont indirectes, car liées à son activité, mais ayant lieu sur un autre site.
Outre la consommation d'électricité, les émissions indirectes concernent la consommation de produits sur les sites (lubrifiants, pièces métalliques, matériaux nécessaires à l'entretien des sites d'enfouissement...), et la construction du site. Les facteurs d'émission utilisés proviennent de la base de données d'inventaires de cycle de vie EcoInvent v1.3
- Les **émissions évitées** : les activités liées à la gestion des déchets permettent dans certains cas la génération d'énergie, ou bien la production de matériau ou de combustible. De ce fait, les émissions de gaz à effet de serre liées à la production d'une quantité équivalente d'énergie ou de matériau au moyen de matières premières ou d'énergie fossile se trouvent évitées.

	Modes de production considérés pour le calcul des émissions évitées	Sources
Electricité (1 kWh)	- Production d'1 kWh électrique français - Contenu en CO ₂ : 95g eq/ kWh	Agence Internationale de l'Energie (2004) et base de données d'inventaires de cycle de vie EcoInvent v1.3
Chaleur (1 kWh)	- Production d'1 kWh thermique dans une installation de chauffage collectif (gaz) avec réseau de chaleur - Contenu en CO ₂ : 242g eq/ kWh	ADEME (2006): Bilan environnemental du chauffage collectif (avec réseau de chaleur) et industriel au bois
Métaux ferreux (1 t)	- Contenu en CO ₂ : 1.52 t eq/ t	Calculés d'après AEAT (2001) pour la Commission Européenne; "Waste Management Options and Climate Change", en retirant les émissions liées au transport et au centre de tri, calculées par ailleurs dans la présente étude.
Métaux non ferreux (1 t)	- Contenu en CO ₂ : 9.11 t eq/ t	
Verre (1 t)	- Contenu en CO ₂ : 0.29 t eq/ t	
PET (1 t)	- Contenu en CO ₂ : 1.80 t eq/ t	
HDPE (1 t)	- Contenu en CO ₂ : 0.53 t eq/ t	
Papiers / cartons (1 t)	- Contenu en CO ₂ : 0.63 t eq/ t	

Valeurs retenues pour le calcul des émissions évitées

Carbone : origine biomasse ou fossile ?

Les experts internationaux du GIEC distinguent le CO₂ émis à partir de la biomasse, c'est-à-dire des êtres vivants, animaux et végétaux, de celui émis à partir de sources fossiles. En effet le dioxyde de carbone est présent naturellement dans l'atmosphère, à cause notamment du *cycle court du carbone* : le CO₂ biomasse est émis dans l'atmosphère du fait de la respiration des êtres vivants, de la décomposition des êtres morts, etc. et sera absorbé à nouveau par les végétaux lors de la photosynthèse. Ainsi le cycle court du carbone garantit une quantité de CO₂ biomasse dans l'atmosphère relativement stable à l'échelle d'un siècle, participant à l'effet de serre « naturel ».

A cela s'ajoute un *cycle long du carbone*, faisant intervenir des processus géologiques à une échelle de temps beaucoup plus grande. Il s'agit notamment de processus tels que l'enfouissement des matières organiques dans les sédiments et leur transformation en combustibles fossiles. Les flux de carbone reliés à ces processus sont faibles; en revanche, les réservoirs sont immenses.

Ainsi, le CO₂ émis à partir de sources fossiles du fait des activités humaines perturbe l'équilibre naturel du cycle long du carbone, puisque de très importantes quantités sont émises dans l'atmosphère dans des délais très courts, bien inférieurs au temps nécessaire à l'absorption du carbone par les processus géologiques. Ainsi la quantité de CO₂ d'origine fossile dans l'atmosphère augmente et joue un rôle dans l'augmentation de l'effet de serre, contrairement au CO₂ biomasse.

Le GIEC préconise ainsi de **ne comptabiliser que les émissions de CO₂ fossile** dans les inventaires de gaz à effet de serre. En revanche, si le carbone biomasse est émis sous forme de méthane en raison des activités humaines, il convient de comptabiliser ces émissions, en raison du fort pouvoir de réchauffement de ce gaz.

Le secteur des déchets est concerné par cette distinction, puisqu'il émet à la fois du CO₂ provenant de la biomasse, issu par exemple des opérations de compostage, ou bien de l'incinération de biodéchets, mais aussi du CO₂ provenant de ressources fossiles, principalement lors de l'incinération de produits d'origine pétrolière.

Cas du carbone séquestré

D'un point de vue méthodologique, il est possible de considérer que le carbone biologique qui est enfoui et qui ne se décompose pas sort du cycle court du carbone et qu'un crédit carbone peut donc être alloué à ce mécanisme. C'est ce qui se passe par exemple lors de la production de compost, ou bien pour certains types de déchets organiques enfouis (lignines).

L'estimation du carbone séquestré est intrinsèquement liée au choix de la période d'étude (horizon temporel) considérée, qui est généralement de 100 ans. A l'issue de cette période, le carbone organique dégradables non minéralisé est considéré piégé.

Pour le présent document, le choix a été fait de calculer les quantités de carbone séquestré, en utilisant la méthode suivie par AEAT dans l'étude "Waste Management Options and Climate Change" réalisée en 2001 pour la Commission Européenne. En raison des très fortes incertitudes liées aux paramètres de ce calcul, il a été choisi de ne pas comptabiliser le carbone séquestré avec les émissions évitées, mais d'indiquer les valeurs correspondantes à titre informatif pour les filières concernées.

CADRE REGLEMENTAIRE

Le secteur des déchets dispose d'un cadre réglementaire très structuré, ce qui permet de prévenir les impacts négatifs sur l'environnement et la santé. L'activité de gestion des déchets est soumise aux dispositions générales du droit de l'environnement à tous les échelons, telles celles sur l'information du public (dont [la Convention d'Aarhus](#)) et des dispositions relatives à la réduction des Gaz à effet de serre (dont [le protocole de Kyoto](#) et [la Directive européenne ETS](#)). Sans être spécifiques aux déchets, ces instruments juridiques ont en effet une incidence sur l'activité des opérateurs chargés de la gestion des déchets.

LE CADRE REGLEMENTAIRE INTERNATIONAL PROPRE AUX DECHETS

Il concerne principalement les déchets dangereux et trouve ses racines dans les différents traités et conventions relatifs à la protection de l'environnement. On peut citer, par exemple :

[La Convention de Bâle](#) de mars 1989 sur le contrôle des mouvements transfrontaliers de déchets et leur élimination.

La [Décision du Conseil de l'OCDE C \(2001\)/107](#) sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets destinés à des opérations de valorisation

LE CADRE REGLEMENTAIRE EUROPEEN PROPRE AUX DECHETS

Depuis l'introduction de la Directive cadre sur les déchets en 1975, l'Union Européenne s'est dotée d'un cadre définissant, réglementant et contrôlant non seulement l'élimination des déchets mais également leur stockage, les différents modes de traitement et leur transport. La législation européenne se décompose comme suit (les tableaux présentent les principaux textes sans être exhaustifs, la réglementation européenne étant en constante évolution, certains textes sont en cours de révision et d'autres sont en projets).

(1) Une législation horizontale établissant le cadre général de la gestion des déchets

Texte	Publication	Référence
Directive cadre déchets consolidée, actuellement en cours de révision	2006	2006/12/CE
Directive sur les déchets dangereux, doit être intégrée dans la Directive cadre révisée	1991	91/689/CE
Règlement transferts transfrontaliers	2006	1013/2006/CE
Directive prévention et Réduction intégrée de la pollution, doit être révisée	1996	96/61/CE

(2) Une législation sur les opérations de traitement établissant notamment des standards techniques

Texte	Publication	Référence
Directive sur la mise en décharge des déchets	1999	1999/31/CE
Directive sur l'incinération des déchets	2000	2000/76/CE

(3) Une législation sur certains flux de déchets spécifiques

Texte	Publication	Référence
Directive sur les huiles usagées, doit être intégrée dans la Directive cadre révisée	1975	75/439/CE
Directives sur les piles et accumulateurs	1991	2006/66/CE
Directive sur les emballages et les déchets d'emballages	1994	94/62/CE
Directive sur les véhicules hors d'usage	2000	2000/53/CE
Directive sur les déchets électriques et électroniques	2002	2002/96/CE

Tous les textes sont consultables sur : <http://europa.eu/scadplus/leg/fr/s15002.htm>

LES CADRES REGLEMENTAIRES NATIONAUX

La législation des Etats Membres de l'Union Européenne a été très fortement influencée par le droit communautaire. Certains pays ont pris des options spécifiques en termes de politique de gestion des déchets qui ont trouvé un aboutissement dans un cadre réglementaire national spécifique, sans pouvoir déroger aux obligations du droit communautaire (principe de primauté).

GLOSSAIRE

CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique

DEEE : Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques

Durée de vie : la durée de vie T dans l'atmosphère est définie comme le rapport de la masse M d'un réservoir (par exemple la masse d'un composé gazeux dans l'atmosphère) et le taux d'élimination totale S de ce réservoir (T=M/S)

GES : Gaz à Effet de Serre

GIEC : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (IPCC en anglais)

ITOM : Installation de Traitement des Ordures Ménagères

MBT : Mechanical-Biological Treatment (Traitement Mécano-Biologique en français)

REFIOM : Résidus de Fumée d'Incinération d'Ordures Ménagères

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Durée de vie dans l'atmosphère des six GES considérés dans le Protocole de Kyoto :

Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Bernsten, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz and R. Van Dorland, 2007: Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. *In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Consolidation des émissions nationales :

ADEME, 2007: Les déchets en chiffre

ADEME, 2007: Bilan Carbone, Guide des facteurs d'émissions version 5.0

ADEME, 2006: Les installations de traitement des ordures ménagères, Résultats 2004 (ITOM)

ADEME, 2005: Bilan environnemental du chauffage collectif (avec réseau de chaleur) et industriel au bois

ADEME, 2005: Impacts environnementaux de la gestion biologique des déchets.

ADEME, 2002: Enquête sur les installations de traitements des déchets ménagers et assimilés en 2002 (ITOM)

AEA Technology, 2001: Waste Management Options and Climate Change, report for the European Commission, DG Environment,

CITEPA, 2007: Organisation et Méthodes des Inventaires Nationaux des Emissions Atmosphériques en France (OMINEA)

EcoInvent Centre 2004, EcoInvent data v1.3, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf

ERM, 2006: Impact of Energy from Waste and Recycling Policy on UK Greenhouse Gas Emissions, Final Report for Defra

FNADE, 2007 : Données des adhérents, communications personnelles

La FNADE a souhaité réaliser à travers cette étude un inventaire exhaustif des émissions de gaz à effet de serre associées au traitement des déchets ménagers et assimilés des Français. L'étude porte ainsi sur les déchets des particuliers et des petites entreprises, mais aussi sur les déchets verts des particuliers. En suivant le devenir de ces détritrus, depuis leur collecte jusqu'à leur traitement final, c'est ainsi un panorama national des émissions de gaz à effet de serre du secteur qui est réalisé en comptabilisant les émissions directes, les émissions indirectes mais également les émissions évitées grâce aux nombreux efforts de la filière.