



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

Rapport 2020

HISTORIQUE DES VERSIONS DU RAPPORT

Version	Date	Modifications
25.11.2020_Rapport synthétique_Final	25/11/2020	Création du document
22.02.2021_Rapport synthétique_Final	22/02/2021	Modifications des schéma de synthèse
26.03.2021_Rapport synthétique_Final	26/03/2021	Ajout du préambule et modifications de certaines sections
21.06.2021_Rapport synthétique_Final	21/06/2021	Modification du préambule, de la conclusion et de la méthodologie.
15.11.2022_Rapport synthétique_Final	15/11/2022	Ajout de sections méthodologiques pour chaque fiche.

PRÉAMBULE

1. INTRODUCTION

Chaque année, le CITEPA, opérateur d'État, réalise pour le compte du Ministère de la Transition Écologique l'inventaire des émissions dans l'air de polluants et de gaz à effet de serre de la France. En complément, le CITEPA publie un rapport présentant les émissions de la France, leurs sources et leurs évolutions par rapport aux objectifs de réduction en vigueur. Ce rapport, Secten, présente les émissions par grand secteur économique et sous-secteur.

Le dernier rapport en date de juin 2020 s'appuie sur les données 2018 et montre que les émissions du secteur déchets représentent **3% des émissions de GES nationales (hors secteur UTCATF – Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et forêt)**. Les émissions comptabilisées au niveau du secteur déchets dans l'inventaire SECTEN intègrent les émissions des installations de stockage des déchets non dangereux, les émissions liées au traitement biologique (compostage et méthanisation), ainsi que les émissions liées à l'incinération sans valorisation énergétique.

Les émissions de certaines activités liées à la gestion des déchets sont, dans le cadre de cet inventaire, comptabilisées dans d'autres secteurs d'activités, conformément à la convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques :

- Les émissions des usines d'incinération avec valorisation énergétique et la valorisation du biogaz des Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) sont comptabilisées dans le secteur de la production d'énergie ;
- Les émissions résultant de l'utilisation d'énergie de récupération ou de la consommation de Matière Première de Recyclage (MPR) sont comptabilisées dans le secteur de l'industrie. En substitution de matière vierge ou d'énergie fossile, cette consommation donne lieu à une diminution des émissions générées par ce secteur ;
- Les émissions associées à l'épandage des boues de stations d'épurations sont rapportées dans le secteur de l'agriculture.

2. OBJECTIF DE L'ÉTUDE

*L'objectif de cette étude est d'évaluer la contribution du secteur de la gestion des déchets **non dangereux non inertes** à la décarbonation de l'industrie et des territoires. **Elle ne remet pas en question les efforts nécessaires pour réduire les émissions intrinsèques de la filière mais apporte un éclairage nouveau et une vision globale** des émissions générées et évitées sur toute la chaîne de valeur de la gestion des déchets non dangereux.*

Sont prises en compte dans cette étude :

- Toutes les émissions de GES de l'ensemble des activités de la chaîne de valeur de la gestion des déchets non dangereux non inertes (i.e. collecte, tri, transfert, recyclage, valorisation et élimination) ;
- Les émissions de GES évitées par le secteur de la gestion des déchets au travers de la production de matières premières de recyclage, de matières fertilisantes destinées à un retour au sol et d'énergie de récupération.

*Cette étude ne remet pas non plus en cause l'inventaire du CITEPA ou les études nationales existantes pour lesquelles les scénarios de références et les méthodologies peuvent être différents. Elle est **complémentaire** et s'appuie sur des publications existantes et des données publiques. Elle permet d'avoir une vision globale des émissions produites et évitées de CO₂, étape indispensable pour actionner des leviers de progrès pour la décarbonation.*

L'étude s'appuie ainsi sur deux piliers méthodologiques :

- *Une revue bibliographique exhaustive réalisée par les équipes Sustainability de Deloitte France (Deloitte dans la suite du rapport) pour intégrer les flux de déchets et les données d'émissions les plus récentes et les plus consensuelles disponibles dans la littérature scientifique et les rapports publics. Les flux de déchets collectés (dans le périmètre de l'étude) ont été recensés afin de déterminer les quantités entrantes dans les différents types de traitement et de valorisation ;*
- *L'application d'une méthodologie de type analyse de cycle de vie afin d'évaluer, grâce aux facteurs d'émission associés, les émissions générées et évitées par la filière déchets.*

*Cette étude s'appuie sur une **Analyse de Cycle de Vie simplifiée monocritère (carbone)** qui pourrait être complétée en précisant les données de certains maillons de la chaîne de valeur, à ce jour non disponibles (pour le transport des déchets d'activités économiques par exemple). Une revue critique permettrait également de rendre ces résultats encore plus robustes.*

Les résultats de la présente étude doivent donc être considérés comme des ordres de grandeur et ne doivent pas être décorrélés du périmètre et des hypothèses qui ont présidés à la réalisation de ce rapport.

L'indicateur choisi pour cette étude est le **potentiel de réchauffement climatique**.

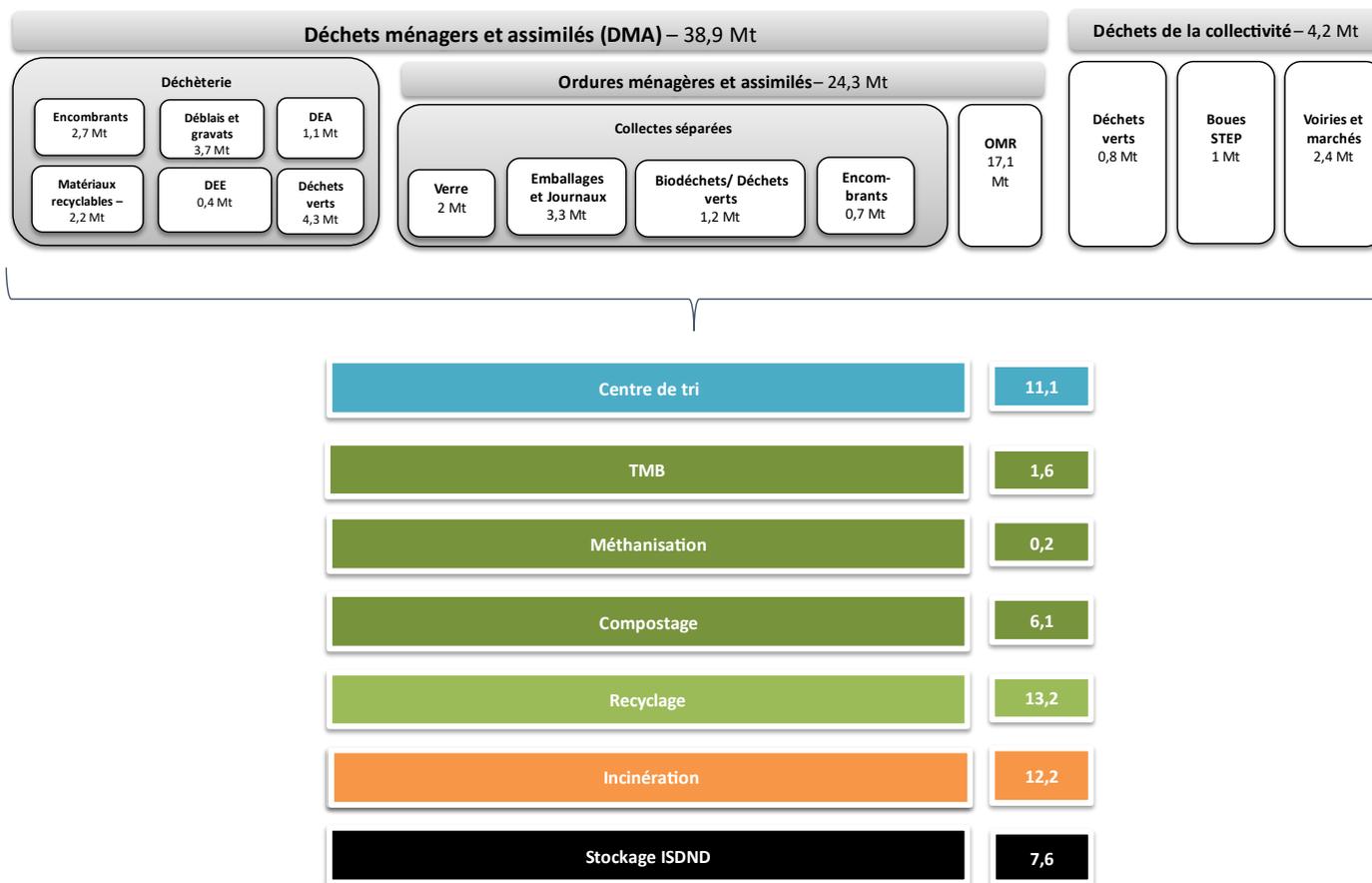
Le périmètre couvre les **Déchets Non Dangereux (DND) et non inertes**. Les tonnages pris en compte sont les suivants :

- 43,1 Mt de déchets municipaux (2017) incluant les déchets des ménages, les déchets des collectivités locales et les déchets assimilés collectés par le service public de gestion des déchets ;
- 58,2 Mt de Déchets d'Activités Economiques (2016).

Les données de flux proviennent majoritairement du rapport « chiffres clés » de l'ADEME de 2020 (données 2017 ou parfois 2016) complétées par des données du SOES (Service de l'observation et des statistiques) et de la plateforme SINOE (site référent de l'ADEME, une base historique sur la gestion des déchets ménagers et assimilés).

PÉRIMÈTRE de l'étude

FLUX DE DÉCHETS MUNICIPAUX

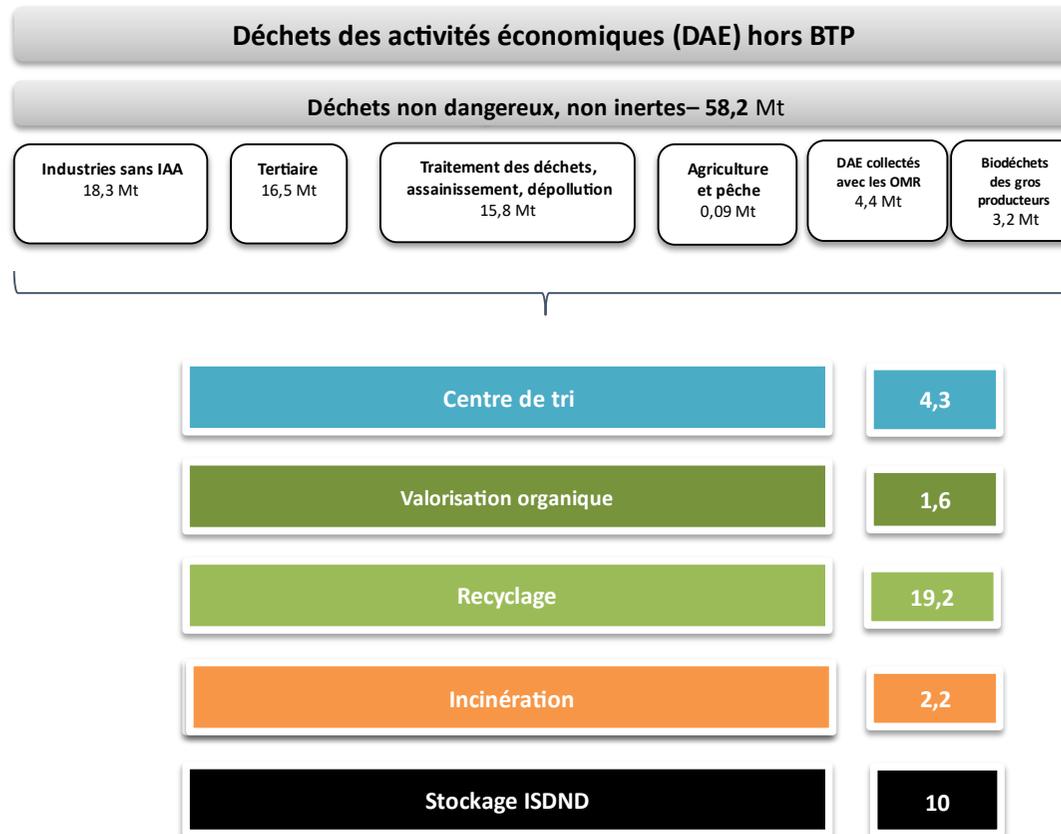


Certains flux de déchets n'ont pas été étudiés à la demande de la FNADE pour que le périmètre soit aligné avec celui de l'étude sur les chiffres clés de l'Ademe (2020), voir méthodologie en annexe.

Source : Ademe (2020), Sinoe (2017), Itom (2019)

PÉRIMÈTRE de l'étude

FLUX DE DÉCHETS DES ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES



Certains flux de déchets n'ont pas été étudiés à la demande de la FNADE pour que le périmètre soit aligné avec celui de l'étude sur les chiffres clés de l'Ademe (2020), voir méthodologie en annexe.

Source : Ademe (2020), Itom (2019), Insee (2016), Soes (2014),

SOMMAIRE

Table des matières

PRÉAMBULE.....	3
SOMMAIRE	7
LE CHANGEMENT CLIMATIQUE	9
LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE ET LA GESTION DES DÉCHETS.....	10
LA PRÉ-COLLECTE, LA COLLECTE ET LE TRANSPORT.....	11
LE TRI ET LE RECYCLAGE	15
VALORISATION ORGANIQUE	18
L'INCINÉRATION	22
LE CENTRE DE STOCKAGE.....	25
CONCLUSION	28
ACRONYMES & GLOSSAIRE.....	29
MÉTHODOLOGIE.....	29
SOURCES.....	29

Liste des figures

Figure 1 - L'effet de serre	9
Figure 2 - Emissions GES – Collecte et transfert.....	11
Figure 3 - Émission GES – Tri et recyclage.....	15
Figure 4- Schéma de synthèse des flux des centres de traitement mécano-biologiques.....	18
Figure 5 - Émissions GES – Valorisation organique	19
Figure 6 - Émissions GES – Incinération avec et sans valorisation énergétique	22
Figure 7 - Émissions GES – Stockage.....	25
Figure 8 – Émissions générées et évitées de la filière de traitement des déchets non dangereux non inertes issus des déchets municipaux et des déchets des activités économiques.	28
Figure 9 – Détails des émissions générées (en bleu) et des émissions évitées (en vert) par étape de la chaîne de valeur et par catégorie (DMA et DAE)	28

Liste des tableaux

Tableau 1 – Part de déchets collectés en PAV par type de matériaux.....	12
Tableau 2 – Distances parcourues vers les PAV	13
Tableau 3 – Distances parcourues vers la déchèterie	13
Tableau 4 – Distances parcourues en PAP	13
Tableau 5 – Distances de transport entre le centre de tri et le recycleur par type de matériau.....	14
Tableau 6 – Exemples d’inventaires pour l’étape de recyclage	17
Tableau 7 - Données relatives aux émissions évitées liées au procédé de méthanisation.....	21
Tableau 8 - Rendement énergétique moyen de mise sur le réseau des 90 UIOM du parc SVDU sur la période 2012-2014 en France	24

Tableau 9 - Distribution des tonnages traités dans le parc SVDU par mode de valorisation énergétique en France	24
Tableau 10 - Taux appliqués pour calculer la quantité de biogaz capté en stockage	26
Tableau 11 - Répartition entre torchage et valorisation du biogaz capté par mode de valorisation ...	27
Tableau 12 - Rendement des valorisations énergétiques pour le biogaz	27

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) résultent en partie de processus naturels et empêchent certains rayons infrarouges de s'échapper de l'atmosphère. Ils sont alors réémis vers le sol, créant l'effet de serre. Sans ce dernier, les températures à la surface du globe seraient en moyenne inférieures de 33°C. En excès cependant, ces émissions entraînent le réchauffement climatique.

Depuis la révolution industrielle, les **activités économiques** ont entraîné **une forte augmentation des émissions de GES** (de 280 ppm en 1850 à 414 ppm aujourd'hui). Ces émissions anthropiques ont ainsi progressivement entraîné le réchauffement de l'atmosphère, des océans et par conséquent un **changement du climat** terrestre. Selon le rapport 5 du GIEC (2013), les gaz à effet de serre sont les suivants :

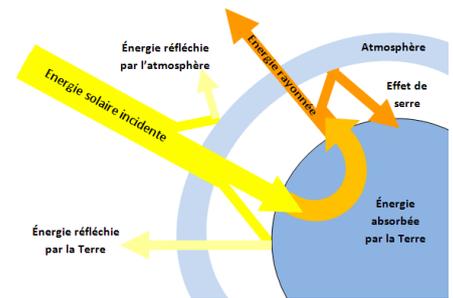


Figure 1 - L'effet de serre

Nom	Durée de vie dans l'atmosphère (années)	Pouvoir de réchauffement (éq. CO ₂ - horizon temporel : 100 ans)	Principales sources anthropiques	Principales activités du secteur des déchets contribuant aux émissions
Dioxyde de carbone (CO₂)	5-200	1	-combustion de produits fossiles - activités industrielles (fabrication de ciment)	- collecte - incinération
Méthane (CH₄)	12	28 (biogénique) 30 (fossile)	- élevage des ruminants - exploitations pétrolières et gazières	- stockage - compostage
Protoxyde d'azote (N₂O)	114	265	- engrais azotés - diverses industries chimiques	- compostage - incinération
Hydrocarbures fluorés (HFC)	1 – 270	140 à 11 700	- anciens gaz propulseurs des bombes aérosols - anciens gaz réfrigérants - présence dans certains composés plastiques	Non émis lors de la gestion des déchets ménagers – gaz réfrigérants retrouvés dans certains DEEE
Hydrocarbures perfluorés (PFC)	2600 – 50 000	6 500 à 9 200	- fabrication de l'aluminium	Non émis lors de la gestion des déchets ménagers
Hexafluore de soufre (SF₆)	3 200	26 100	- gaz détecteur de fuite, utilisé également pour l'isolation électrique	Non émis lors de la gestion des déchets ménagers

LES DÉCHETS ET LEUR IMPACT SUR L'EFFET DE SERRE

L'intensification des activités humaines et de l'industrialisation augmente considérablement la quantité de déchets traités.

Entre 2004 et 2016, la production de déchets en France a augmenté de 6 millions de tonnes. Pour les DMA, cette augmentation représente 3 millions de tonnes sur la même période (ADEME, 2020). 53% des DMA sont stockées ou incinérées, générant des émissions directes de gaz à effet de serre (GES).

Aux émissions dues à leur traitement, il faut ajouter les GES émis durant le processus de production des biens de consommation avant qu'ils ne deviennent des déchets.

L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES ÉCOSYSTEMES ET POPULATIONS

D'après le 5ème rapport du Groupe « Impacts, adaptations et vulnérabilité » du GIEC, ces impacts sont multiples :

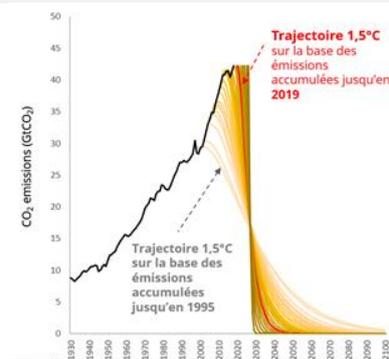
- Intensification des tempêtes, inondations, sécheresses ;
- Bouleversement de nombreux écosystèmes, avec un risque accru d'extinction des espèces animales et végétales de 20 à 30 % si la température globale augmente de 1,5 à 2,5 °C ;
- Crises liées aux ressources alimentaires, dues à une éventuelle réduction des productions agricoles dans les régions sèches et tropicales ;
- Dangers sanitaires, notamment dus à un changement de la distribution spatiale des vecteurs de maladies infectieuses ;
- Déplacements de population du fait de l'augmentation du niveau de la mer, qui devrait provoquer l'inondation de certaines zones côtières et de pays entiers.

LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE ET LA GESTION DES DÉCHETS

Les Accords de Paris

L'accord de Paris est le premier accord universel sur le climat et le réchauffement climatique. Il fait suite aux négociations qui se sont tenues à Paris en 2015 (COP21), lors de la conférence des Parties de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques. L'objectif est ainsi de réduire de 50% les émissions de gaz à effet de serre (GES) d'ici 2030 et d'atteindre la neutralité carbone en 2050. Afin de soutenir ces objectifs ambitieux, des accords et réglementations ont été adoptés aux niveaux internationaux, européens et français :

- La stratégie relative à l'adaptation au changement climatique fixe un objectif de diminution d'au moins 55% des émissions de GES d'ici 2030 et de neutralité carbone d'ici 2050 aux Etats Membres de l'Union européenne.
- Le Plan Climat de la France, qui reprend l'objectif de neutralité carbone à 2050, et renforcé depuis par la loi énergie climat du 8 novembre 2019.
- La mise en place de politiques en matière d'économie circulaire, cette dernière présentant un fort potentiel d'évitement des émissions de GES et de consommation d'énergie. Pour rappel, la part des émissions liées à la production de matières premières non agricoles est passée de 15% du total des émissions en 1995, à 23% en 2015 ([IRP, Global Resources Outlook, 2019](#)).



Le pacte vert pour l'Europe

Voté en Janvier 2020 par le parlement, le « European Green Deal » est un ensemble d'initiatives politiques proposées par la Commission Européenne dans le but de rendre l'Europe climatiquement neutre en 2050. Ceci implique de promouvoir l'utilisation efficace des ressources, grâce à l'économie circulaire, à la restauration de la biodiversité et à la réduction de toutes les formes de pollutions.

Un nouveau plan pour l'économie circulaire

Le nouveau plan d'action pour l'économie circulaire (mars 2020) témoigne de la volonté d'accroître encore le champ des obligations en matière de circularité, s'agissant notamment de la lutte contre les pollutions liées aux plastiques ou encore de la préservation des ressources jugées critiques ou stratégiques. En France, la loi de transition énergétique pour la croissance verte n° 2015-992 du 17 août 2015, le décret « 5 flux » n° 2016-288 du 10 mars 2016, la feuille de route économie circulaire du 23 avril 2018 et, dernièrement, la loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (AGEC) n° 2020-105 du 10 février 2020, ont permis de créer ou de transposer de nombreuses dispositions en faveur du développement de l'économie circulaire.

Une nouvelle étude pour mesurer les émissions liées aux déchets

La FNADE a confié à Deloitte la réalisation d'un inventaire des émissions de gaz à effet de serre générées et évitées par les activités de traitement des déchets d'activités économiques et municipaux. L'étude s'appuie sur deux piliers méthodologiques :

- Une revue bibliographique exhaustive, permettant d'intégrer les données d'émissions de référence les plus récentes, et disponibles dans la littérature scientifique ;
- L'application d'une méthodologie de type analyse de cycle de vie (ACV) couvrant l'ensemble de la chaîne de valeur de la gestion des déchets.

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. L'attention du lecteur est attirée sur le fait que la présente étude considère un champ différent de ceux utilisés par le CITEPA ou le Protocole EpE. La méthode suivie pour cette étude est détaillée p.16.

Dans les fiches qui suivent, le choix a été fait de présenter les émissions générées (émises par les procédés) et évitées (par rapport à une situation de référence : par exemple, la production de matière recyclée permet d'éviter la production de matière vierge) séparément. D'autres méthodes, non suivies ici, présentent parfois le total des émissions.

LA PRÉ-COLLECTE, LA COLLECTE ET LE TRANSPORT

En 2017, les services publics de gestion des déchets ont collecté **43,1 Mt** de DMA, soit l'équivalent de **568 kg** de déchets par habitant (ADEME, 2020).

990 kt éq. CO₂ ont été émises lors de la phase de pré-collecte, collecte et transport des DMA.

58,2 Mt de DAE ont été collectés en 2016.

1010 kt éq. CO₂ ont été émises lors de la collecte et du transport des DAE.

La réduction des émissions de gaz à effet de serre du secteur des déchets peut résulter d'une rationalisation des transferts et du transport, ainsi que du développement de modes alternatifs de transport.

De plus, l'utilisation de carburants alternatifs (biocarburant dont biodiesel, biogaz, ...) permet de réduire les émissions et d'éviter l'utilisation de carburants d'origine fossile.

Enfin, l'implication des ménages sur un tri rigoureux peut avoir un impact conséquent sur les émissions de GES liées au tri des déchets.

Le traitement des déchets comprend plusieurs étapes ou types de gestion. La pré-collecte correspond ainsi à ce qui est apporté par les particuliers en **déchèterie** et en **point d'apport volontaire (PAV)**. La collecte, quant à elle, est l'étape où les camions apportent les déchets d'un point d'apport volontaire jusqu'au centre de tri/transfert ou collectent les déchets en **porte à porte (PAP)**. Le transport, enfin, correspond à l'étape allant d'un centre de tri/transfert au centre de traitement.

Les déchets ménagers et assimilés sont collectés en porte-à-porte, selon une fréquence variable entre les territoires. Pour les déchets triés (emballages, papiers/cartons, plastiques, verre, biodéchets, encombrants), la collecte s'effectue en porte-à-porte par le service public ou en point d'apport volontaire par les particuliers. Les répartitions entre les différents modes de pré-collecte et collecte sont issues de données 2017 de la plateforme SINOE. Pour les déchets des activités économiques, la collecte séparée est effectuée par des opérateurs privés.

Suite à l'étape de collecte et avant qu'ils ne soient redirigés vers leur unité de traitement, certains déchets sont acheminés vers un centre de transfert. Ces centres sont des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Ils ont notamment pour intérêt de permettre le **regroupement des déchets** allant vers une même destination. Cette étape augmente le taux de remplissage des camions, optimise la logistique et limite ainsi les émissions de gaz à effet de serre.

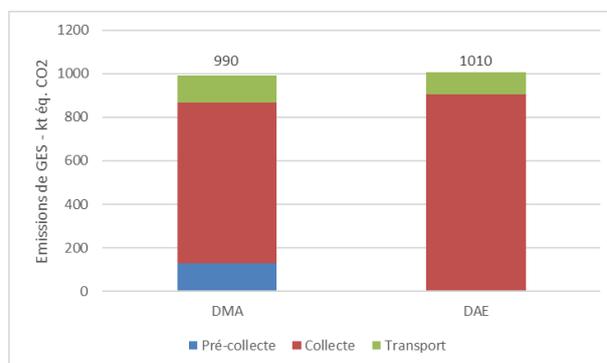


Figure 2 - Emissions GES – Collecte et transfert

Dans le graphique ci-dessus, les émissions générées par la pré-collecte, la collecte et le transport des DMA et des DAE sont représentées. On retiendra ainsi que :

- ✓ La collecte des DMA (distances parcourues par les camions de la collectivité d'un point d'apport volontaire jusqu'au centre de tri/transfert), en rouge dans le graphique, représente à elle seule 74% du total des émissions des DMA considérées ici. Il est à noter que les distances de collecte varient selon les modes de collecte et les emballages collectés. Les hypothèses pour les distances sont basées sur : ADEME & Federec, 2017, ADEME, 2012 et CIMAP, 2014. Les émissions générées lors de la collecte sont, quant à elles, liées principalement aux flux ou types de déchets suivants : 34% proviennent de la collecte séparée des OMR, 28% de la collecte séparée des emballages, journaux et magazines et 18% de la collecte séparée du verre ;
- ✓ La pré-collecte (en bleu) et le transport (en vert) des DMA représentent chacun 13% du total des émissions ;
- ✓ Compte tenu du manque de données publiques disponibles sur ces étapes pour les DAE, l'hypothèse d'une distance moyenne entre le point de collecte et son lieu de traitement de 15 km a été retenue dans le cadre de cette étude. Cette hypothèse est faite aux dires d'experts FNADE. Sur cette base, les émissions liées à la collecte et au transport des DAE sont du même ordre de grandeur que celles des DMA.

Pour les DMA, la distance moyenne parcourue pour aller de la sortie du centre de transfert à l'entrée du processus de recyclage s'élève à 307 km en France (Comité d'information matériaux, 2016). La distance moyenne parcourue de la déchèterie vers le centre de traitement est de 64 km (source interne Deloitte). 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 qui leur permettent d'analyser l'efficacité des circuits et de les améliorer.

1. Flux de déchets

1.1 Déchets municipaux

Les déchets municipaux collectés représentent 43,1 Mt en 2017 (ADEME, 2020). Ces déchets incluent les déchets des collectivités, des déchèteries, de la collecte en mélange et des collectes séparées.

Déchets de la collectivité

D'après les chiffres clés de l'ADEME (2020), en 2017, les déchets de la collectivité collectés représentaient 4,2 Mt avec : 2,4 Mt issus des voiries et des marchés ; 1 Mt de boues de STEP et 0,8 Mt de déchets verts.

DMA collectés en déchèterie (pré-collecte)

D'après les chiffres clés de l'ADEME (2020), sur l'année 2017, environ 14,5 Mt de DMA ont été collectés en déchèterie.

Les données 2017 de la plateforme SINOE ont été utilisées pour la répartition du flux entre les types de déchets collectés en déchèterie : 30% de déchets verts ; 26% d'encombrants hors DEA ; 15% de matériaux recyclables ; 25% de déblais et gravats ; 1% de déchets dangereux ; 3% de DEEE. Les déchets dangereux sont exclus de cette étude. Les matériaux recyclables sont répartis entre : bois 58% ; métaux 23% ; papiers et cartons 17% ; autres (verre, textiles, plastiques...) 2%.

DMA collectés séparément – Collecte en PAP & PAV

D'après les chiffres clés de l'ADEME (2020), sur l'année 2017, environ 17,1 Mt d'OMR ont été collectés et 7,2 Mt de déchets ont été collectés séparément en collectes sélectives (en PAP ou en PAV) avec la répartition suivante selon SINOE :

- Verre : 2 Mt ;
- Emballages et Journaux Magazines : 3,3 Mt ;
- Biodéchets / Déchets verts : 1,2 Mt ;
- Encombrants : 0,7 Mt ;
- Déchets dangereux : 0,01 Mt (exclus de l'analyse).

D'après la base de données SINOE, en 2017 la part de déchets collectés séparément en collecte sélective en PAV est la suivante :

Tableau 1 – Part de déchets collectés en PAV par type de matériaux

Déchets	% du type de déchet collectés en PAV
Emballages et papiers	23%
Verre	86%
OMR	5%
Biodéchets	17%
Encombrants	2%
<i>Source : SINOE, données 2017</i>	

Le reste est collecté en porte à porte.

1.2 Déchets des activités économiques

Pour les DAE, en 2016, d'après le Bilan 2016 de la production de déchets en France (Commissariat général au développement durable, 2019), les données INSEE « Quantité de déchets non dangereux produits dans l'industrie par type de déchet selon le secteur d'activité » de 2016 et les chiffres clés 2017 de l'ADEME, les déchets produits par les activités économiques représentent 58,2 Mt (hors déchets dangereux, déchets inertes, déchets des industries agro-alimentaires et déchets du BTP) répartis de la manière suivante :

- Industries sans les IAA : 18,3 Mt ;
- Tertiaire : 16,5 Mt ;
- Traitement des déchets, assainissement, dépollution : 15,8 Mt ;

- Agriculture & Pêche : 0,1 Mt ;
- Biodéchets des gros producteurs : 3,2 Mt.

Une partie des DAE est collectés avec les OMR et représente environ 4,4 Mt.

2. Modélisation du transport

2.1 Pré-collecte & collecte

Dans le cas des DMA, pour ces deux étapes de pré-collecte et de collecte, les distances suivantes ont été utilisées selon les différents types de pré-collecte et collecte, les types de déchets et les milieux dans le cas de l'apport en déchèterie :

Tableau 2 – Distances parcourues vers les PAV

Point d'Apport Volontaire				
Données	Déchets	Valeur	Unité	Source
PAV - Distance par tonne de déchets collectés (parcourue par le particulier, pré-collecte)	Journaux / Magazines / Emballages	34,6	km/t	Ademe & Federec, Evaluation Environnementale du recyclage en France selon la méthodologie de l'ACV (2017)
	Verre	10,1	km/t	
PAV – Distance moyenne de collecte (parcourue par le camion de collecte)	Journaux / Magazines / Emballages et Verre	50	km/t	Ademe & Federec, Evaluation Environnementale du recyclage en France selon la méthodologie de l'ACV (2017)

Tableau 3 – Distances parcourues vers la déchèterie

Déchèterie				
Données	Déchets	Valeur	Unité	Source
Déchèterie - Distance par tonne de déchets collectés (parcourue par le particulier, pré-collecte)	Rural	60	km	Ademe, Transport & Logistique des déchets (2012); Bio Intelligence Service, AJI-Europe, BP2R. 2012. Transport et logistique des déchets – Rapport final. ADEME. 281 pages
	Semi-urbain	30	km	
	Urbain	20	km	
	Moyenne	36	km	Calcul Deloitte d'après la répartition de l'INSEE des milieux.

Tableau 4 – Distances parcourues en PAP

Collecte en porte à porte				
Données	Déchets	Valeur	Unité	Source
Collecte en Porte-à-porte, collecte sélective – Distance	Moyenne hors verre	54	km/t	Ademe & Federec, Evaluation Environnementale du recyclage en France selon la méthodologie de l'ACV (2017)
	Emballages corps creux (verre creux)	86,3	km/t	
Collecte en Porte-à-porte, collecte non sélective – Distance	Moyenne totale (OMR)	12,2	km/t	Ademe & Federec, Evaluation Environnementale du recyclage en France selon la méthodologie de l'ACV (2017)

Dans le cas des DAE, les données publiques de distance n'ont pas pu être identifiées ni collectées. Une hypothèse de 15 km a été retenue aux dires d'experts FNADE.

Les inventaires de transport utilisés sont :

- Pour la pré-collecte : Transport, passager car {RER} | processing | Cut-off, U ;
- Pour la collecte : Municipal waste collection service by 21 metric ton lorry {CH} | processing | Cut-off, U ;
- Pour le transport vers les centres de tri / traitement : Transport, freight, lorry >32 metric ton, EUROX {RER} | transport, freight, lorry >32 metric ton, EUROX | Cut-off, U. X allant de 3 à 6 selon la répartition IFFSTAR des classes de camion en France : EURO3 12,6%; EURO4 22,2%; EURO5 60,4%; EURO6 4,8% (d'après CITEO, Guide des données BEE (2019)).

2.2 Transport

- Dans le cas où les déchets passent par un centre de tri, les distances suivantes, entre le centre de tri et le recycleur, issues du Comité d'Informations Matériaux (Adelphe & Eco-emballages, 2015), ont été considérées :

Tableau 5 – Distances de transport entre le centre de tri et le recycleur par type de matériau

Type de matériaux	Distance moyenne France (km)
Acier CS (Collecte Séparée)	300
Acier de mâchefer	315
Aluminium CS (Collecte Séparée)	395
Aluminium de mâchefer	306
Papier-carton non complexe (PPNC)	187
Papier-carton complexe (PPC, =brique)	377
Plastiques	348
Verre	229

Source : Comité d'Informations Matériaux (Adelphe & Eco-emballages, 2015) o

- Pour les déchets collectés en déchèterie, les distances de transport ont été estimées d'après des sources internes à Deloitte.

LE TRI ET LE RECYCLAGE

11,1 Mt de DMA et 4,3 Mt de DAE sont

passées en centre de tri en 2016 (ADEME, 2020).

13 Mt de DMA et 19 Mt de DAE ont été

recyclées en 2016 (calcul Deloitte).

14 600 kt éq.

CO₂ ont été évitées grâce aux opérations de tri et de recyclage des DMA.

19 800 kt éq.

CO₂ ont été évitées grâce aux opérations de tri et de recyclage des DAE.

D'une part, le recyclage des déchets permet de **réduire l'utilisation de matières premières vierges** et les émissions de gaz à effet de serre associées à leur extraction et à leur acheminement vers le site de production.

D'autre part, pour certains matériaux, le recyclage constitue un procédé de fabrication moins énergivore. C'est notamment le cas de l'aluminium.

Dans un centre de tri, les différentes fractions recyclables sont séparées pour être ensuite orientées vers leur filière de recyclage. De manière générale, les déchets circulent à l'intérieur des centres via des convoyeurs (tapis roulant) et subissent différentes étapes de séparation (par exemple, tri magnétique pour l'acier) pour parvenir à des fractions les plus fines possibles. Des opérateurs en début de chaîne affinent également le tri. Les centres procèdent ensuite à la séparation des différentes fractions grâce à des systèmes automatisés combinant plusieurs techniques de tri (tri optique, séparateur balistique, machine à courants de Foucault). Un tri manuel est parfois ajouté pour des matériaux difficiles à identifier automatiquement.

En France :

- ✓ Les 174 centres de tri des déchets d'activités économiques permettent ainsi la valorisation matière de 2,1 Mt de DAE sur les 4,3 Mt reçues chaque année (ADEME, 2020).
- ✓ Les émissions générées par le recyclage proviennent à 67% des DAE et à 33% des DMA :
 - Parmi les émissions du recyclage des DAE, 2% proviennent du recyclage des mâchefers. Le reste des émissions est composé des déchets non dangereux de l'industrie, du tertiaire et des activités de dépollution ;
 - Parmi les émissions du recyclage des DMA, 64% proviennent des emballages, journaux et magazines, 17% des déchèteries et 17% des mâchefers.

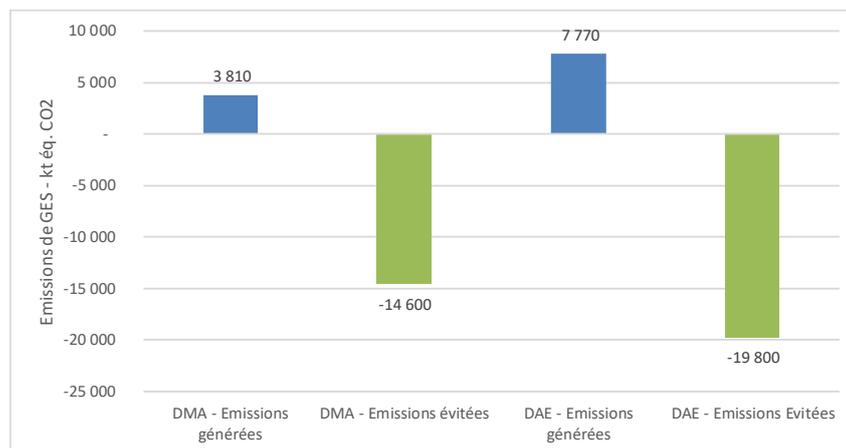


Figure 3 - Émission GES – Tri et recyclage

Les calculs ci-dessus incluent les tonnages directement envoyés en recyclage et ceux passant par des centres de tri. Les émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation d'électricité par les centres de tri sont également prises en compte. Elles sont cependant non significatives. Les émissions générées sont donc majoritairement dues aux procédés de régénération de matière. Enfin, le recyclage des métaux contenus dans les mâchefers a été comptabilisé.

Les émissions évitées liées au recyclage sont modélisées à partir de la production de matière vierge évitée par la production de matière recyclée.

Le bon geste de tri des consommateurs est indispensable afin de maximiser la quantité de matériaux dirigés vers le recyclage et de minimiser les déchets refusés, ces derniers étant réorientés vers l'incinération ou le stockage. Afin de réduire les erreurs de tri et de recycler plus de matières, une extension des consignes de tri est en cours dans toute la France.

Extension des consignes de tri

La loi de transition énergétique pour la croissance verte du 17 août 2015 a prévu la simplification et l'harmonisation des règles de tri des déchets sur tout le territoire. D'ici 2022, tous les centres de tri devront être modernisés et tous les Français pourront mettre leurs emballages dans le bac jaune. Ce dispositif est nommé « extension des consignes de tri ». Cette extension permettra à plus de 400 000 tonnes d'emballages, dont 150 000 tonnes de nouveaux emballages en plastique, d'être triés, recyclés ou valorisés énergétiquement.

LE TRI ET LE RECYCLAGE – Précisions sur les données et les sources de données

1. Flux de déchets

1.1 Déchets municipaux

D'après les chiffres clés de l'ADEME 2020, 11,1 Mt de déchets vont en centre de tri. Les paragraphes suivants détaillent les typologies de déchets orientés en recyclage matière. Au total, 13,2 Mt de déchets vont en recyclage matière.

Déchets de la collectivité

Une faible part des déchets de voiries et marchés (< 1%) est orientée en recyclage matière.

DMA collectés en déchèterie

D'après les données 2017 de SINOE, 38% des DMA collectés en déchèterie vont en valorisation matière avec plus précisément :

- 9% des déchets verts collectés en déchèterie orientés en valorisation matière ;
- 24% des encombrants collectés en déchèterie orientés en valorisation matière ;
- 87% des matériaux recyclables collectés en déchèterie orientés en valorisation matière (la composition de ces matériaux est détaillée à la section précédente) ;
- 50% des déblais et gravats collectés en déchèterie orientés en valorisation matière.

Cela représente environ 5 Mt de déchets collectés en déchèterie orientés vers le recyclage.

DMA collectés séparément – OMR

Une part minime de ces déchets est orientée vers le recyclage (< 1% du volume d'OMR collectées d'après la plateforme SINOE).

DMA collectés séparément – Collectes sélectives

Il est considéré d'après SINOE que 100% du verre, des emballages et journaux magazines sont orientés vers le recyclage (et donc le tri). La composition du flux d'emballages et journaux magazines est d'après (CITEO, 2018) :

- Emballages acier : 6% ;
- Emballages aluminium : 2% ;
- Emballages papier/carton : 28% ;
- Emballages plastiques : 29% ;
- Journaux et magazines : 35%.

Dans le cas des déchets verts et des biodéchets collectés sélectivement, environ 5% sont orientés en valorisation matière (SINOE, 2017). Pour les encombrants, cette part représente 62% (SINOE, 2017).

1.2 Déchets des activités économiques

D'après les chiffres clés de l'Ademe 2020, 4,3 Mt de DAE entrent en centres de tri. Selon la même source, 59% des déchets des industries et 51% des déchets du tertiaire sont orientés en recyclage. Par manque de données, la même hypothèse que pour le secteur des industries est considérée pour les le secteur de l'agriculture et la pêche. Ces déchets orientés en recyclage représentent environ 19,2 Mt. Les déchets issus des autres secteurs (biodéchets, activités de dépollution) ne sont pas orientés en valorisation matière.

2. Modélisation du tri

Pour le tri des déchets de la collecte sélective, d'après (Ademe & Federec, 2017), le centre de tri des déchets de la collecte sélective consomme 50 kWh par tonne de déchets entrants. Cette hypothèse a été reprise en utilisant le facteur d'émission du mix électrique français disponible dans la base de données ecoinvent v3.5 : Electricity, medium voltage {FR} | market for | Cut-off, U.

3. Modélisation du recyclage

Pour chaque type de matériau valorisé à l'étape de recyclage, le procédé de recyclage du matériau a été considéré. Le procédé de production de la matière première auquel se substitue le procédé de production de matière secondaire est soustrait selon les mêmes tonnages de matière produite.

Les données utilisées sont celles de la base de données ecoinvent v3.5. Par exemple, dans le cas des plastiques :

Tableau 6 – Exemples d'inventaires pour l'étape de recyclage

Matériau	Inventaire de production de matière primaire (pour le calcul des impacts évités)	Inventaire du procédé de recyclage (pour le calcul des impacts générés)
PET	Polyethylene terephthalate, granulate, bottle grade {RoW} production Cut-off, U	Polyethylene terephthalate, granulate, bottle grade {RoW} polyethylene terephthalate, granulate, bottle grade, recycled to generic market for bottle grade PET granulate Cut-off, U
PE	Polyethylene, high density, granulate {RER} production Cut-off, U	Polyethylene, high density, granulate, recycled {Europe without Switzerland} polyethylene production, high density, granulate, recycled Cut-off, U

Certains inventaires ne sont pas représentatifs de la France et les facteurs d'émissions peuvent donc être sur- ou sous-estimés selon la géographie générique choisie. Ces données pourraient être précisées dans le futur.

VALORISATION ORGANIQUE

La France disposait de **55 installations** de TMB en fonctionnement en 2016 (ITOM, 2019).

Ces équipements ont traité près de **1 850 kt** de déchets en 2016 (ITOM, 2019).

4,1 kt éq. CO₂ sont émises par le processus de TMB des DMA.

Les unités de TMB-compostage et TMB-méthanisation contribuent respectivement à hauteur de :

- 63% des émissions du procédé de méthanisation (générées et évitées) ;
- 11% des émissions du procédé de compostage (générées et évitées).

La France compte **669** centres de compostage des DMA, y compris après TMB (ADEME, 2020).

Avec 8,7 Mt entrantes dans les unités de compostage, **3 Mt** de compost ont ainsi été produites en 2016 (ADEME, 2020).

La valorisation organique désigne l'ensemble des modes de gestion et de valorisation des déchets biodégradables (déchets alimentaires, déchets verts, boues urbaines, boues industrielles, déchets des industries agro-alimentaires, déchets agricoles). Ci-dessous sont explicités les unités de traitement des déchets pour leur valorisation énergétique, matière et organique.

LE TRAITEMENT MÉCANO-BIOLOGIQUE

Le traitement mécano-biologique (TMB) vise à recycler ou à optimiser le traitement des ordures ménagères résiduelles, grâce à l'imbrication d'opérations mécaniques (dilacérations et tris) et d'étapes biologiques (compostage, méthanisation).

Le TMB permet notamment de diminuer la quantité de matières organiques non traitées. Ce faisant, il contribue à réduire le traitement des lixiviats et la production de biogaz au niveau des centres de stockage. Ces opérations limitent par conséquent les émissions de méthane et maximisent la récupération d'énergie.

Les déchets non organiques peuvent être valorisés sous forme de matières premières secondaires ou énergétiquement. Le TMB peut donc également être utilisé aux fins de préparation des combustibles solides de récupération (CSR ou RDF « Refuse Derived Fuel »). Ces derniers sont cependant également produits à l'aide d'autres techniques (cf. encadré dans la note méthodologique). Si aucune valorisation n'est possible, les déchets non organiques sont envoyés en stockage.

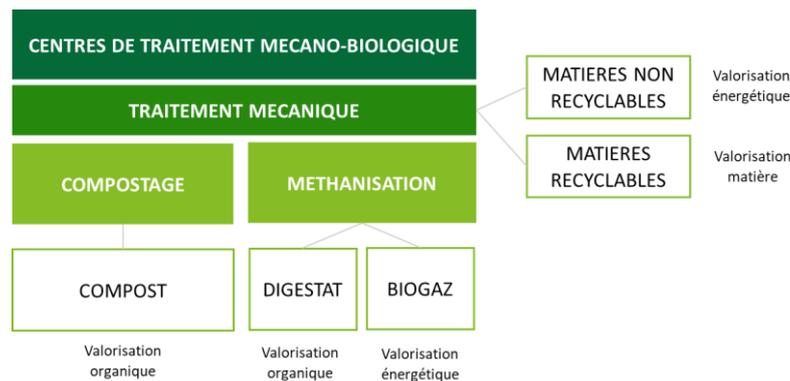


Figure 4- Schéma de synthèse des flux des centres de traitement mécano-biologiques

LE COMPOSTAGE

Le compost produit est valorisé comme amendement organique, engrais organique ou support de culture (terreau), en agriculture au sens large (horticulture, espaces verts, ...) et chez les particuliers. C'est un procédé de transformation aérobie (contrairement à la méthanisation qui est une réaction anaérobie) de matières fermentescibles dans des conditions contrôlées en présence de dioxygène. Il permet l'obtention d'une matière fertilisante stabilisée riche en composés humiques, le compost, et s'accompagne ainsi d'un dégagement de chaleur et de gaz carbonique.

Ce procédé génère principalement des émissions de CO₂ biogénique, non comptabilisées dans les émissions de gaz à effet de serre. En revanche, il ne génère pas de CH₄ car il met en œuvre des conditions aérobies strictes et un contrôle précis des teneurs en eau afin de favoriser la décomposition aérobie des déchets.

Concernant les réglementations, la norme NFU 44051/A2 révisée en 2018 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 du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

610 kt éq. CO₂

ont été évitées grâce au compostage des DMA.

130 kt éq. CO₂

ont été évitées grâce au compostage des DAE.

La France compte

837 unités de

méthanisation (ADEME, 2020). Ces unités couvrent également les déchets issus de l'agriculture.

200 kt de déchets

sont entrés en méthanisation en 2017 (calcul Deloitte).

Les flux sortants des unités de méthanisation sont constitués à 30% de refus, 33% de compost et 37% de digestat (ITOM, 2019, p. 13).

120 kt éq. CO₂

ont été évitées par le méthanisation des DMA.

10 kt éq. CO₂

ont été évitées par le méthanisation des DAE.

Il est enfin intéressant de noter que 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. Celle-ci n'a pu être prise en compte ici, faute d'éléments de quantification.

Le compostage a pour bénéfices d'éviter la production et l'importation d'engrais minéraux (l'azote de synthèse est produit en France et à l'étranger ; le phosphore et la potasse sont importés intégralement) et les émissions de GES associées (i.e. les émissions évitées). Le retour au sol du compost permet également de stocker du carbone dans les sols.

LA MÉTHANISATION

La méthanisation (encore appelée digestion anaérobie) est une technologie basée sur la dégradation par des micro-organismes de la matière organique, en conditions contrôlées et en l'absence d'oxygène (réaction en milieu anaérobie, contrairement au compostage qui est une réaction aérobie).

Cette dégradation aboutit à la production :

- D'un produit humide riche en matière organique partiellement stabilisé appelé digestat ;
- De biogaz.

Les émissions générées sont dues à la consommation de carburant pour les opérations des machines et des engins sur site, à la consommation d'énergie de l'usine de méthanisation et aux fuites de biogaz contenant du méthane. Les émissions liées à la production de CH₄ et N₂O, lorsque le digestat issu de la méthanisation est composté pour assurer sa maturation, sont peu évaluées et n'ont pas été retenues ici. Les déchets issus de l'agriculture ont, quant à eux, été pris en compte dans les calculs ci-après.

Les émissions évitées par la méthanisation correspondent aux combustibles fossiles et aux engrais chimiques évités grâce à la production de compost et de biogaz, ce dernier étant utilisé pour produire de la chaleur ou de l'électricité.

ÉMISSIONS GÉNÉRÉES ET ÉVITÉES PAR LA VALORISATION ORGANIQUE

Au total en 2014, 85 GWh d'électricité et 43 GWh de chaleur (ITOM, 2017) ont été produits grâce à la méthanisation, dont une partie est autoconsommée par les sites.

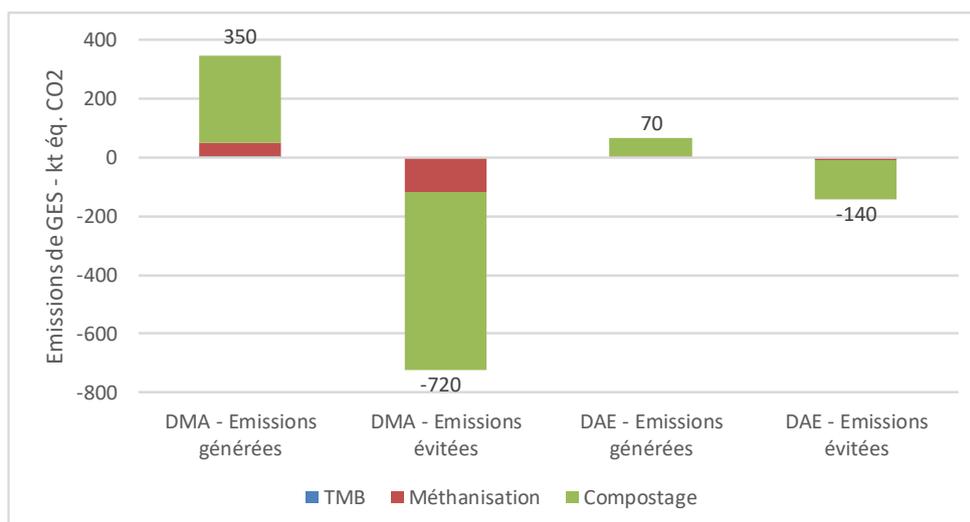


Figure 5 - Émissions GES – Valorisation organique

La figure 5 ci-dessus présente les émissions évitées et générées lors des étapes de traitement et de valorisation organique des DMA et DAE, par méthanisation et/ou compostage. À noter : Les émissions évitées grâce au TMB sont indirectes, compte tenu de la fonction de celui-ci (cf. section relative au traitement mécano-biologique). Ces émissions sont donc comptabilisées au niveau de la méthanisation et du compostage. Les émissions générées par le TMB ont bien été comptabilisées mais ne sont pas visibles sur le graphique car elles sont estimées à seulement 4 kt éq. CO₂.

VALORISATION ORGANIQUE – Précisions sur les données et les sources de données

1. Flux de déchets

1.1 Déchets municipaux

En 2017, environ 0,2 Mt des déchets municipaux sont orientés en méthanisation et 6,1 Mt en compostage (calcul Deloitte sur la base des hypothèses ci-après).

Déchets de la collectivité

- D'après le guide des bonnes pratiques des matières fertilisantes organiques (ADEME, 2018), 73% des boues de station d'épuration sont épandues dont 31% après compostage. Ces répartitions ont donc été appliquées ;
- Pour les déchets verts, 100% sont considérés comme étant orientés en valorisation organique (et majoritairement en compostage) ;
- Pour les déchets de marchés et de voiries, les mêmes hypothèses que pour l'étude FNADE de 2013 ont été reprises : 8% sont orientés en valorisation organique.

DMA collectés en déchèterie

D'après les données 2017 de SINOE, 28% des DMA collectés en déchèterie vont en valorisation organique avec plus précisément :

- 91% des déchets verts collectés en déchèterie orientés en valorisation organique ;
- 6% des matériaux recyclables collectés en déchèterie orientés en valorisation organique.

Cela représente environ 4 Mt de déchets collectés en déchèterie orientés vers la valorisation organique. Les encombrants et les déblais et gravats ne sont pas orientés vers cette voie de traitement.

DMA collectés séparément – OMR

D'après SINOE, en 2017, 8% des OMR sont orientés en valorisation organique, soit environ 1,3 Mt.

DMA collectés séparément – Collectes sélectives

93% des déchets verts et des biodéchets sont orientés en valorisation organique (SINOE, 2017). Les autres catégories de déchets ne sont pas orientées vers cette voie.

1.2 Déchets des activités économiques

D'après les chiffres clés 2020 de l'ADEME, 5% des déchets des industries et 4% des déchets du tertiaire sont orientés en valorisation organique. Par manque de données, la même hypothèse que pour le secteur des industries est considérée pour le secteur de l'agriculture et la pêche. Les DAE orientés en valorisation organique représentent environ 1,6 Mt. Il est fait l'hypothèse que les déchets issus du secteur des activités de dépollution ne sont pas orientés en valorisation organique.

Pour tous les déchets orientés en valorisation organique (DMA et DAE), il a été considéré que 2% étaient orientés en méthanisation et 98% en compostage (d'après les données de l'ITOM 2019).

2. Modélisation du Tri-Mécano-Biologique

Dans le cas des OMR, il a été considéré que ces déchets étaient d'abord orientés dans des TMB avant d'aller en compostage ou en méthanisation. La même hypothèse que pour le tri des emballages de la collecte sélective a été prise en l'absence de données plus spécifiques sur ce tri.

3. Modélisation du compostage

Pour calculer les impacts générés par le compostage, l'inventaire Biowaste {CH} | treatment of biowaste, industrial composting | Cut-off, U de la base de données ecoinvent v3.5 a été utilisé.

Pour calculer les émissions évitées par l'utilisation de compost, les hypothèses suivantes issues de la base Carbone de l'ADEME ont été reprises :

- Séquestration du carbone contenu dans le compost dans le sol : d'après la documentation de la base Carbone, « une fraction du CO₂ contenu dans le compost épandu sera séquestrée dans le sol, créant

un puit organique : 8% du CO₂ du compost sera séquestré. Ce dernier contenant en moyenne 660 kg éq. CO₂ de CO₂ à la tonne. » ;

- Production de fertilisants évitée par l'amendement de compost : d'après la documentation de la base Carbone, le compost évite l'emploi de fertilisants azotés de synthèse et donc les émissions de production de ces fertilisants. Dans une tonne de compost, il y a les éléments nutritifs suivants :
 - Azote (N) : 6,2 kg ;
 - Phosphore (P) : 2 kg ;
 - Potassium (K) : 4,5 kg.

Les émissions de production de synthèse des fertilisants sont multipliés par les kg d'éléments nutritifs par tonne de compost. Les inventaires choisis pour la production de synthèse sont :

- Urea, as N {RER} | production | Cut-off, U;
- Ammonium nitrate, as N {RER} | ammonium nitrate production | Cut-off, U;
- Phosphate fertiliser, as P₂O₅ {RER} | monoammonium phosphate production | Cut-off, U;
- Potassium chloride, as K₂O {RER} | potassium chloride production | Cut-off, U.

4. Modélisation de la méthanisation

Pour calculer les impacts générés par la méthanisation, l'inventaire Biowaste {CH} | treatment of biowaste by anaerobic digestion | Cut-off, U de la base de données ecoinvent v3.5 a été utilisé.

La méthanisation permet de produire du digestat utilisé en tant que compost et de produire de l'énergie à partir du biogaz. Pour calculer les émissions évitées associées à ces deux produits, les hypothèses suivantes ont été reprises :

- Utilisation du compost : cf. paragraphe 3 ;
- Production d'énergie à partir de biogaz :

Tableau 7 - Données relatives aux émissions évitées liées au procédé de méthanisation

Paramètre	Valeur	Unité
Déchets entrants en 2014 en méthanisation (kt)	166	kt/an
Compost produit (kt)	39	kt/an
Énergie électrique produite (GWh/an)	85	GWh/an
Énergie thermique produite (GWh/an)	43	GWh/an
Pour 1 kg de déchets entrants en méthanisation :		
Compost produit (kg)	0,23	kg/kg de déchets entrants
Énergie électrique produite (kWh)	2,18	kWh/kg de déchets entrants
Énergie thermique produite (kWh)	0,51	kWh/kg de déchets entrants
<i>Sources : Documentation de la base carbone de l'ADEME ; Ademe, « Les installations de traitement des déchets ménagers et assimilés en France » 2017.</i>		

L'INCINÉRATION

L'incinération permet, pour de nombreuses installations, de valoriser l'énergie contenue dans les déchets. L'énergie récupérée peut être valorisée sous différentes formes :

- Valorisation thermique seule ;
- Valorisation électrique seule ;
- Cogénération.

La valorisation thermique seule est 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 de ce dernier.

Les émissions évitées correspondent à 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. Il doit cependant être noté que dans le cadre de cette étude, ces émissions évitées sont comptabilisées lors de l'étape de recyclage et non au moment de l'incinération.

La production d'énergie thermique des unités d'incinération est passée de 8 331 GWh en 2014 à **9 799 GWh** en 2016. La production d'énergie électrique s'est, quant à elle, élevée à **4 360 GWh** en 2016 (ITOM, 2019).

14,4 Mt de déchets DMA et DAE ont été incinérés en 2016 (Ademe, 2020).

3 210 kt éq. CO₂ ont été évitées grâce à l'incinération des DMA.

820 kt éq. CO₂ ont été évitées grâce à l'incinération des DAE.

Au total en France, en 2018, 124 unités d'incinération traitent des déchets dont 7 sans valorisation énergétique (ITOM, 2019).

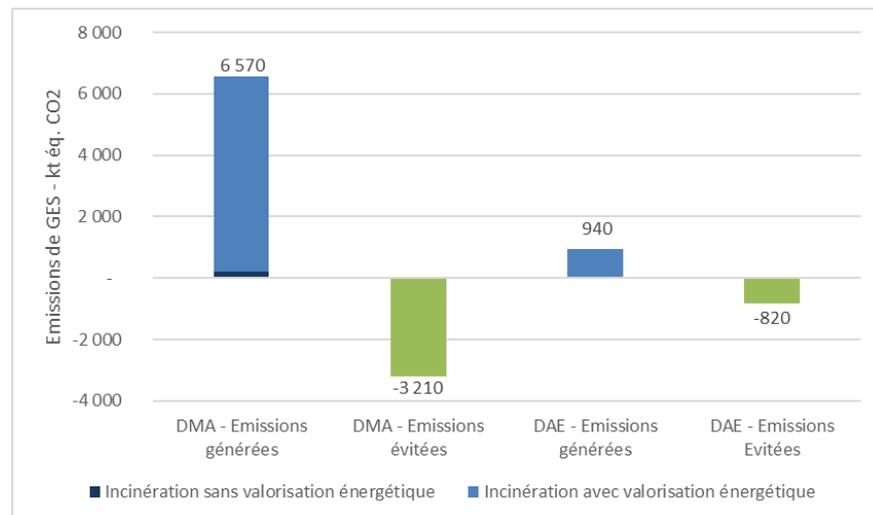


Figure 6 – Émissions GES – Incinération avec et sans valorisation énergétique

L'incinération est réalisée aujourd'hui majoritairement avec valorisation énergétique, dans des incinérateurs dits R1. Le rendement « R1 » de la chaudière transforme l'énergie thermique, issue de la combustion, en vapeur. Dans ce cas, les précisions suivantes peuvent être apportées :

- ✓ DMA : 91% des émissions générées proviennent de la combustion des OMR issus de la collecte séparée ;
- ✓ DAE : la totalité des émissions générées provient des activités de l'industrie, du tertiaire et de la dépollution.

La majeure partie des émissions générées est liée au CO₂ fossile issu de la combustion des plastiques, textiles et autres déchets ménagers et assimilés contenant du carbone fossile. Le reste provient du N₂O libéré dans le processus d'incinération. La consommation d'énergie du site et les produits utilisés pour les traitements des fumées de l'incinérateur sont aussi des processus contributeurs. Il est à noter que ces calculs ne prennent pas en compte le CO₂ biogénique.

Le graphique ci-dessus représente l'incinération avec et sans valorisation énergétique. En 2016, 130 kt de déchets non dangereux ont été traités dans des incinérateurs sans valorisation énergétique d'après (ITOM, 2019). Les émissions de GES générées par les incinérations sans valorisation énergétique sont de 200 kt éq. CO₂ pour les DMA et de 10 kt éq. CO₂ pour les DAE.

INCINÉRATION – Précisions sur les données et les sources de données

1. Flux de déchets

1.1 Déchets municipaux

Déchets de la collectivité

Les mêmes hypothèses que pour l'étude FNADE de 2013 ont été reprises : seuls 20% des déchets de STEP sont orientés en valorisation énergétique.

DMA collectés en déchèterie

D'après les données 2017 de SINOE, 7% des DMA collectés en déchèterie vont en incinération avec valorisation énergétique avec plus précisément :

- 7% des matériaux recyclables collectés en déchèterie orientés en valorisation énergétique ;
- 22% des encombrants collectés en déchèterie orientés en valorisation énergétique.

Cela représente environ 1 Mt de déchets collectés en déchèterie orientés vers cette voie. Les déchets verts, les déblais et gravats ne sont pas orientés vers cette voie de traitement.

DMA collectés séparément – OMR

D'après SINOE, en 2017, 65% des OMR sont orientés en valorisation énergétique, soit environ 11 Mt.

DMA collectés séparément – Collectes sélectives

Seule une partie des encombrants est orientée en valorisation énergétique à hauteur d'environ 7% d'après les données SINOE 2017.

Au total, environ 12 Mt de DMA sont orientées en valorisation énergétique et 0,1 Mt en incinération sans valorisation énergétique.

1.2 Déchets des activités économiques

- Incinération avec valorisation énergétique : d'après les chiffres clés 2020 de l'ADEME, 11% des déchets des industries et 5% des déchets du tertiaire sont orientés en valorisation énergétique. Par manque de données, la même hypothèse que pour le secteur des industries est considérée pour le secteur de l'agriculture et la pêche. D'après l'étude 2013 de la FNADE, il est fait l'hypothèse que les déchets issus du secteur des activités de dépollution sont orientés à environ 30% en valorisation énergétique ;
- Incinération sans valorisation énergétique : d'après les chiffres clés 2020 de l'ADEME, 1% des déchets des industries et 5% des déchets du tertiaire sont orientés en incinération. Par manque de données, la même hypothèse que pour le secteur des industries est considérée pour le secteur de l'agriculture et la pêche. D'après l'étude 2013 de la FNADE, il est fait l'hypothèse que les déchets issus du secteur des activités de dépollution sont orientés à environ 20% en incinération.

Au total, 2,2 Mt sont orientés en incinération avec valorisation énergétique et moins de 0,1 Mt en incinération sans valorisation énergétique.

2. Modélisation de l'incinération

Les inventaires d'incinération ecoinvent v3.5 spécifiques aux matériaux sont utilisés pour les émissions générées par ce procédé.

La production d'électricité et de chaleur est calculée spécifiquement pour chaque matériau allant en incinération à partir du pouvoir calorifique inférieur du matériau, des rendements des unités de valorisation énergétique et du type de valorisation (cogénération, électricité et chaleur). Les tableaux suivants rappellent ces hypothèses. Les pouvoirs calorifiques inférieurs des matériaux sont issus des inventaires ecoinvent v3.5 ou de la littérature.

Tableau 8 - Rendement énergétique moyen de mise sur le réseau des 90 UIOM du parc SVDU sur la période 2012-2014 en France

Type d'UIOM	Rendement électrique (%)	Rendement thermique (%)
UIOM produisant de l'électricité seule	14,96%	-
UIOM produisant de la chaleur seule	-	41,25%
UIOM avec cogénération d'électricité + chaleur	5,73%	41,21%

Source : ADEME, « L'outil WILCI pour l'analyse de cycle de vie de l'incinération des déchets ménagers et assimilés en France » 2017.

Tableau 9 - Distribution des tonnages traités dans le parc SVDU par mode de valorisation énergétique en France

Mode de valorisation énergétique	Répartition (%)
Electrique	38,00%
Thermique	6,00%
Cogénération	55,00%

Source : ADEME, « L'outil WILCI pour l'analyse de cycle de vie de l'incinération des déchets ménagers et assimilés en France » 2017.

LE CENTRE DE STOCKAGE

Le stockage est la dernière étape de traitement dans la hiérarchie des modes de gestion des déchets et a diminué depuis plusieurs années. Ce phénomène est lié à deux facteurs :

- Une baisse globale de la production des déchets ;
- Un report de certains flux vers des installations de valorisation des déchets (valorisation matière, organique et énergétique).

Aujourd'hui, les centres de stockage (pour les déchets ménagers non dangereux non inertes) sont des sites isolés du sol par des étanchéités actives et passives, 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.

En 2016, il y avait **218** installations de stockage des déchets non dangereux pour un tonnage entrant de **17,5 Mt** (ITOM, 2019).

3 280 kt éq. CO₂ d'émissions sont générées par le stockage des DMA.

6 140 kt éq. CO₂ d'émissions sont générées par le stockage des DAE.

126 kt éq. CO₂ d'émissions ont été évitées grâce à le stockage des DAE.

Les déchets entrants dans les centres de stockage sont constitués de :

- DAE (30%) ;
- OMR (26%) ;
- Résidus de traitement (23%) ;
- Encombrants (9%) ;
- Déblais et gravats (7%) ;
- Autre (5%) (ITOM, 2019).

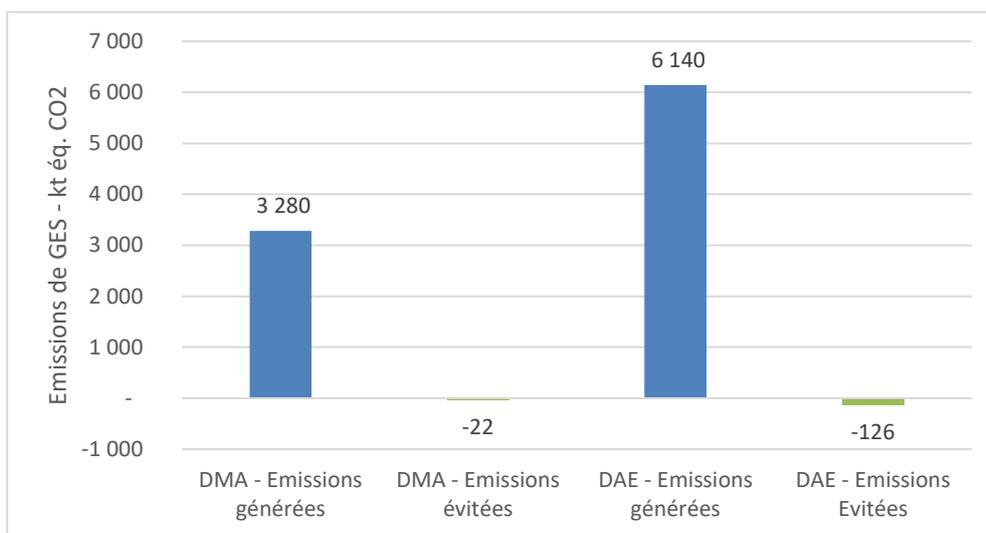


Figure 7 - Émissions GES – Stockage

Les émissions évitées correspondent à la production d'électricité et de chaleur grâce au captage et à la valorisation du biogaz. En décomposant le graphique de la Figure 7, on apprend que :

- ✓ Les émissions liées au stockage proviennent à 65% des DAE et à 35% des DMA. Ces chiffres peuvent être encore précisés :
 - DMA : 58 % des émissions sont dues aux OMR, 32 % aux déchèteries, 6% aux déchets de la collectivité et 4% aux encombrants ;
 - DAE : les émissions proviennent des industries, du tertiaire et des activités de dépollution.

Les émissions diffuses de méthane, représentant une majeure partie des émissions générées, sont en constante diminution à mesure que les centres de stockage utilisent des technologies de plus en plus performantes.

La réglementation nationale sur le stockage

Au niveau national, la loi de transition énergétique pour la croissance verte du 17 août 2015 fixe pour objectif de réduire de 30 % la quantité de déchets non dangereux non inertes admis en installations de stockage en 2020 par rapport à 2010, et de 50 % en 2025.

LE CENTRE DE STOCKAGE – Précisions sur les données et les sources de données

1. Flux de déchets

1.1 Déchets municipaux

Au total, environ 7,6 Mt de déchets municipaux sont orientés en stockage.

Déchets de la collectivité

Les mêmes hypothèses que pour l'étude FNADE de 2013 ont été reprises :

- Environ 8% des boues de STEP orientés en stockage ;
- Environ 92% des déchets de voiries et de marché orientés en stockage.

DMA collectés en déchèterie

D'après les données 2017 de SINOE, 17% des DMA collectés en déchèterie vont en stockage avec plus précisément :

- 1% des matériaux recyclables collectés en déchèterie orientés en stockage ;
- 54% des encombrants collectés en déchèterie orientés en stockage ;
- 10% des déblais et gravats collectés en déchèterie orientés en stockage.

Cela représente environ 2,2 Mt de déchets collectés en déchèterie orientés vers cette voie. Les déchets verts ne sont pas orientés vers cette voie de traitement.

DMA collectés séparément – OMR

D'après SINOE, en 2017, 26% des OMR sont orientés en stockage, soit environ 4,5 Mt.

DMA collectés séparément – Collectes sélectives

Une partie des encombrants est orientée en stockage à hauteur d'environ 31% d'après les données SINOE 2017 (environ 0,2 Mt). Une petite part des biodéchets et déchets verts (moins de 2%, < 0,1 Mt) est aussi orientée en stockage d'après les données SINOE 2017. Le reste des collectes sélectives est orienté vers les autres voies de valorisation.

1.2 Déchets des activités économiques

D'après les chiffres clés 2020 de l'ADEME, 7% des déchets des industries et 11% des déchets du tertiaire sont orientés en stockage. Par manque de données, la même hypothèse que pour le secteur des industries est considérée pour le secteur de l'agriculture et la pêche. D'après l'étude 2013 de la FNADE, il est fait l'hypothèse que les déchets issus du secteur des activités de dépollution sont orientés à environ 50% en incinération. Ces déchets orientés en stockage représentent au total environ 10 Mt.

2. Modélisation du centre de stockage

Pour les émissions générées, les inventaires d'enfouissement ecoinvent 3.5 spécifiques aux matériaux sont utilisés.

Pour les émissions évitées, la quantité de biogaz produite en stockage est calculée d'après la formule du guide BEE de CITEO utilisée pour les différents matériaux allant en stockage. Les taux suivants sont appliqués :

Tableau 10 - Taux appliqués pour calculer la quantité de biogaz capté en stockage

Type de déchets	Carton	Papier	Déchets alimentaires	Ordures ménagères	Bois
T1 (% en poids de C biodégradable)	40%	38%	15%	13%	50%
T2 (Taux de méthanisation du C biodégradable)	22%	24%	38%	30%	15%
T3, fixe (Taux volumique de CH ₄ dans le gaz)	50%	50%	50%	50%	50%
T4, fixe (Taux d'oxydation du méthane)	10%	10%	10%	10%	10%

T5, fixe (taux de captage CH₄)	70%	70%	70%	70%	70%
<i>Source : CITEO, Guide des données BEE, 2019</i>					

La répartition entre le torchage et les différents types de valorisation, ainsi que les rendements de valorisation énergétiques, permettent de déterminer les quantités d'électricité et de chaleur produites grâce au captage de biogaz.

Tableau 11 - Répartition entre torchage et valorisation du biogaz capté par mode de valorisation

Taux de biogaz brûlé en torchère	25%
Taux de valorisation du biogaz capté	75%
Biogaz valorisé par cogénération	56%
Biogaz valorisé par production d'électricité uniquement	32%
Biogaz valorisé par production de chaleur uniquement	12%
<i>Source : ADEME, RDC environnement, « Impacts environnementaux de scénarios de valorisation énergétique des déchets non dangereux des activités économiques » 2019.</i>	

Tableau 12 - Rendement des valorisations énergétiques pour le biogaz

Type de rendement	Valorisation électrique ou thermique seule	Cogénération
Rendement conversion électrique	33%	33%
Rendement conversion thermique	85%	45%
<i>Source : Documentation ADEME Base carbone</i>		

CONCLUSION

Émissions générées et évitées par la gestion des déchets municipaux et des activités économiques

Pour rappel, 43,1 Mt de déchets ménagers et assimilés ont été collectés et traités par la filière (2017) et 58,2 Mt de déchets d'activités économiques (2016).

Au total, les émissions générées du traitement des déchets non dangereux non inertes (incluant la collecte, le tri, le transfert, la valorisation et le stockage) correspondent à 30 900 kt éq. CO₂. Les émissions évitées s'élèvent à 39 500 kt éq. CO₂ avec le détail par étape de la chaîne de valeur ci-dessous.

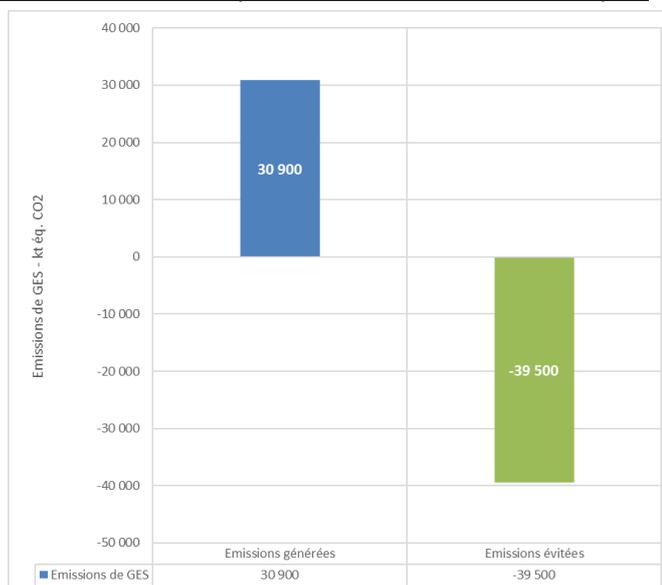


Figure 8 – Émissions générées et évitées de la filière de traitement des déchets non dangereux non inertes issus des déchets municipaux et des déchets des activités économiques.

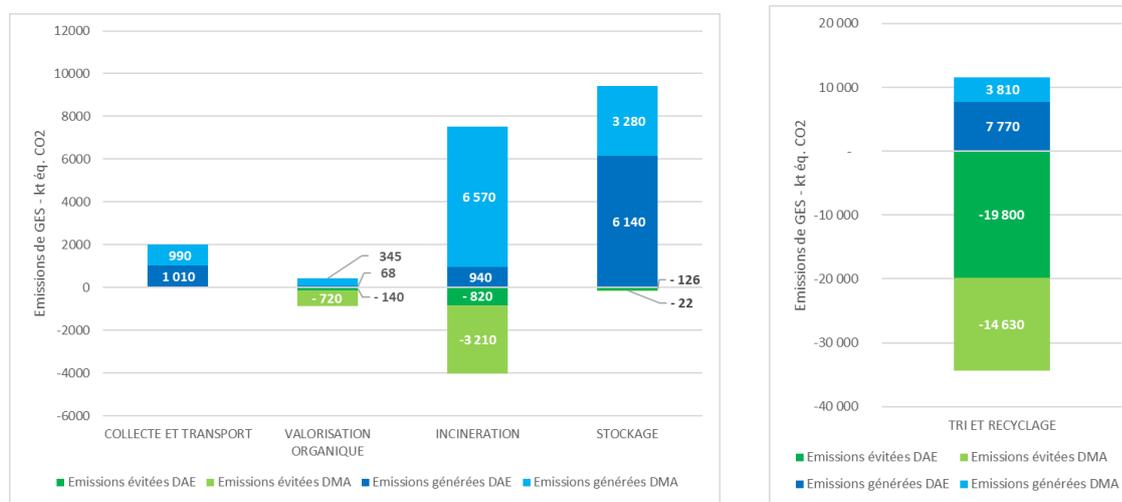


Figure 9 – Détails des émissions générées (en bleu) et des émissions évitées (en vert) par étape de la chaîne de valeur et par catégorie (DMA et DAE)

Le recyclage représente près de 90% des émissions évitées du secteur. Le recyclage en France est en pleine expansion avec des objectifs aux niveaux national et européen. En France, la loi AGEC a instauré des mesures ambitieuses avec, en particulier, la création de nouvelles filières REP et l'objectif de tendre vers 100% de plastiques recyclés d'ici 2025. La Commission Européenne fixe aussi, au travers de différentes directives (Paquet Économie Circulaire et la directive emballages et déchets d'emballages 2018/852), des objectifs de recyclage pour les déchets municipaux (65% d'ici 2030) et les déchets d'emballages (75% d'ici 2030, décliné par matériaux), (directives 2018/852 et 2019/904).

CONCLUSION

L'étude menée sur l'ensemble de la chaîne de valeur de la gestion des déchets, sur le seul périmètre des déchets non dangereux non inertes, en prenant en compte les émissions de chacune des étapes du procédé et les émissions évitées par l'industrie utilisatrice de matières recyclées ou d'énergie de récupération et par l'agriculture utilisatrice de matières fertilisantes (matières et énergies produites par le secteur de la gestion des déchets) montre que, selon cette approche, le secteur de la gestion des déchets permet d'éviter 39,5 Mt soit environ 8,6 Mt éq. CO₂ de plus que les émissions produites, évaluées quant à elle à 30,9 Mt éq. CO₂.

L'étude confirme donc la contribution du secteur des déchets à la décarbonation de l'industrie et des territoires. Le recyclage représente la majeure partie des émissions évitées par la filière des déchets.

Le nouveau plan d'action de la Commission Européenne pour l'économie circulaire témoigne d'une volonté d'accroître encore le champ des obligations, notamment en matière de lutte contre les pollutions liées aux plastiques ou encore pour la préservation de ressources jugées critiques ou stratégiques.

Les objectifs poursuivis par la politique nationale, tels que définis par la loi de transition énergétique pour la croissance verte d'août 2015 et la loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire de 2020 (Loi AGEC), sont de réduire la production de déchets par la prévention et le réemploi, de favoriser la réutilisation et le recyclage des déchets (Objectifs de 65% de recyclage sur le périmètre des déchets non dangereux non inertes et de tendre vers 100% de recyclage des déchets plastiques à horizon 2025). Les décrets d'application des nombreuses mesures prévues par la Loi AGEC sont en cours d'adoption et vont contribuer à l'orientation des déchets vers le recyclage, la valorisation organique et la valorisation énergétique. Parmi les mesures, on peut noter la mise en place de nouvelles filières REP, dont la filière produits et matériaux de construction du secteur du bâtiment à partir de janvier 2022, l'extension de filières REP existantes, l'obligation du réemploi et de la réutilisation imposée aux filières REP, la généralisation du tri à la source des biodéchets d'ici fin 2023.

Ces mesures vont ainsi contribuer au détournement de déchets des installations de stockage de déchets non dangereux pour lesquelles l'objectif fixé est de réduire de 50% les quantités stockées d'ici 2025 par rapport à celles stockées en 2010.

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. 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.

Les émissions générées et évitées calculées dans cette étude démontrent les impacts du traitement des déchets aujourd'hui en France. De façon générale, il n'existe pas un mode de valorisation / traitement unique, et pertinent pour tous types de déchets : à chaque contexte local correspond une solution, qu'il convient d'optimiser en vue de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Cette étude permet aussi, en mesurant les émissions produites et évitées, de distinguer les leviers de progrès à activer sur l'ensemble de la chaîne de valeur, pour contribuer plus encore à la décarbonation des territoires et des industries.

Les bénéfices de l'économie circulaire sont aussi à rechercher dans l'évitement d'émissions de GES et de consommation d'énergie, la rendant ainsi indispensable à l'atteinte des objectifs climatiques. Protéger l'environnement et lutter contre le dérèglement climatique sont deux enjeux majeurs auxquels les entreprises de la filière déchets contribuent.

ACRONYMES & GLOSSAIRE

ACRONYMES

BTP : Bâtiments et travaux publics

CS : Collecte séparée

CSR : Combustible solide de récupération

DMA : Déchets ménagers et assimilés

DAE : Déchets d'activités économiques

DEA : Déchets d'éléments d'ameublement

DEEE : Déchets d'équipement électrique et électronique

GES : Gaz à effets de serre

IAA : Industrie agro-alimentaire

ICV : Inventaire Cycle de Vie

ISDND : Installation de stockage des déchets non dangereux

LTECV : Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte

OMR : Ordures ménagères résiduelles

PAP : Porte-à-porte

PAV : Point d'Apport volontaire

TMB : Traitement mécano-biologique

GLOSSAIRE

Distances de Pré-collecte : distances parcourues par les particuliers d'un domicile/entreprise jusqu'à un point d'apport volontaire ou une déchèterie

Distances de Collecte : distances parcourues par les camions de la collectivité d'un point d'apport volontaire jusqu'au centre de tri/transfert. Ceci inclut la collecte :

- D'un point d'apport volontaire
- De porte à porte

Transport : transport d'un centre de tri/transfert vers un centre de traitement (tout confondu)

MÉTHODOLOGIE

Elaboration du dossier

Ce rapport met à jour les résultats de l'étude intitulée « Le secteur des déchets et son rôle dans la lutte contre le changement climatique », réalisée en 2007 puis mise à jour en 2013. Pour ce faire, les modèles de calcul utilisés lors de l'étude de 2013 « FNADE, Evolution prospective des modes de gestion des déchets – Etude d'impact » ont été repris et leurs données mises à jour grâce à une revue bibliographique. Le périmètre de l'étude de 2007 a également été revu afin de prendre en compte l'ensemble des déchets et des acteurs de la filière pertinents pour la FNADE.

Périmètre des déchets recensés

Déchets municipaux :

- Déchets des ménages, y compris les encombrants et les déchets d'éléments d'ameublement ;
- Déchets produits par les petites entreprises (ou administrations) et collectés en même temps que les déchets des ménages (déchets dits « assimilés ») ;
- Déchets des collectivités (entretien des espaces verts, nettoyage de la voirie, déchets des marchés et de l'assainissement).

Déchets des activités économiques :

- Des entreprises industrielles et artisanales ;
- Du tertiaire : services, hôtels et restaurants, administrations et services publics, commerces ;
- De l'agriculture et la pêche ;
- Des services de collecte et traitement des déchets, de l'assainissement.

Note : Les déchets dangereux, les déchets inertes, les déchets des industries agro-alimentaires et les déchets du BTP sont exclus de cette étude. Les CSR n'ont pas été abordés en détails dans cette étude mais pourront faire l'objet d'une attention plus particulière lors de la prochaine édition.

Collecte des données de flux

Les documents utilisés pour le recensement des informations sont listés en annexe. Les données ont été collectées par le biais d'une étude bibliographique approfondie des sources publiques officielles. Cette collecte a permis d'obtenir les données suivantes : informations sur la provenance des déchets (DMA ou DAE), sur le type d'industries (collectivités, secteur, activités de dépollution, pêche et agriculture, et tertiaire) et enfin sur le type de déchets (bois, verre, boues, métaux, etc.). Lorsque des données étaient indisponibles, des estimations ont été faites sur la base d'avis d'experts.

L'approche adoptée a été la suivante :

- Lors d'une première étape, les équipes Deloitte se sont réparties les études et inventaires disponibles afin de reconstituer le plus précisément possible chaque flux de matière et son mode de traitement. **Cette approche peut être qualifiée d'ascendante** ;
- Par comparaison avec les études de référence, il peut y avoir des écarts de résultats s'agissant des volumes affectés à certains modes de traitement. Certains écarts ont pu être corrigés en repartant de volumes cibles (ou références). Cette **approche descendante** a été permise par :
 - Une révision a posteriori des périmètres définis au début de l'étude ;
 - La définition d'hypothèses ou proxys ;
 - Lorsque les données disponibles ne permettaient pas de révision suffisamment précise du périmètre, la mise à l'échelle de certains résultats pour les faire se rapprocher des résultats de références de la profession.

La méthode retenue pour cette étude peut donc être considérée comme hybride, entre la reconstitution de flux, depuis la collecte jusqu'au traitement (méthode ascendante), et la déconstruction de volumes de référence (méthode descendante).

MÉTHODOLOGIE

Collecte d'inventaire de cycle de vie et calculs des émissions

La base de données sélectionnée pour les inventaires de cycle de vie (ICV) est ecoinvent v3.5, **qui regroupe différents inventaires de cycle de vie (ICV)**. Ces **Inventaires de Cycle de Vie (ICV)** correspondent à un procédé et comprennent tous les flux entrants et sortants associés à ce procédé (flux de matière, d'énergie, de déchets, d'émissions dans l'air, dans l'eau et dans les sols). Les procédés couverts sont les suivants : production de matériaux, incinération de déchets (spécifique à un matériau), stockage des déchets, recyclage et production de matières premières de recyclage.

À partir de ces ICV, il est possible de calculer des indicateurs grâce à des méthodes de calculs. Dans notre cas, **l'indicateur retenu est le potentiel de réchauffement climatique**. Pour calculer cet indicateur, nous utilisons la méthode IPCC GWP 100a 2013 recommandée par le **Product Environmental Footprint (PEF) (Guide de la Commission Européenne)**, avec le logiciel **SimaPro**.

Pour chaque procédé de traitement (tri, recyclage, incinération, ...) et chaque type de flux, les facteurs d'émissions ont été calculés puis multipliés par le volume de déchets associés afin de déterminer les émissions générées ou évitées du déchet.

Pour la pré-collecte, la collecte et le transport, les distances parcourues et les facteurs d'émissions liés aux moyens de transport ont permis de déterminer l'impact de ces étapes.

Pour le recyclage, le compostage, la méthanisation, l'incinération avec et sans valorisation énergétique et le stockage, **les émissions évitées par ces procédés ont été calculées séparément**.

Ce dernier point est important car il diffère d'autres publications sur le même sujet qui font apparaître uniquement la différence entre les émissions évitées et les émissions générées. **Dans un souci de transparence, le choix a été fait, dans ce rapport, de présenter ces deux types d'émission séparément** (cf. résultats ci-avant). Cette pratique correspond par ailleurs aux recommandations de l'ADEME (Les émissions évitées, de quoi parle-t-on ? Janvier 2020) et s'appuie sur la norme ISO 14064-1.

Pour ces traitements, les émissions évitées sont les suivantes :

- Pour le compostage, cela correspond au stockage de CO₂ dans les sols et à l'évitement de la production de fertilisants ;
- Pour la méthanisation, la production d'énergie et de fertilisants est évitée grâce à la production de compost et de biogaz, ce dernier étant utilisé pour produire de la chaleur ou de l'électricité ;
- L'incinération avec valorisation énergétique permet d'éviter la production de chaleur et d'électricité ;
- En stockage ISDND, le biogaz libéré par les déchets organiques est capté partiellement pour être ensuite valorisé en énergie ;
- Les émissions évitées liées au recyclage sont modélisées à partir de la production de matière vierge.

SOURCES

- ADEME, 2020. Chiffres-clés 2020.
- ADEME, 2019. Chiffres-clés 2019.
- ADEME, 2017. Chiffres-clés 2017.
- ADEME, 2019. Les installations de traitement des déchets ménagers et assimilés en France (données 2016).
- ADEME, 2017. Les installations de traitement des déchets ménagers et assimilés en France (données 2014).
- ADEME, RDC environnement, 2019. Impacts environnementaux de scénarios de valorisation énergétique des déchets non dangereux des activités économiques.
- ADEME, 2018. Matière fertilisantes et organiques : gestion et épandage.
- ADEME, 2019. Modecom2017 : Campagne nationale de caractérisation des déchets ménagers et assimilés.
- ADEME, 2019. Equipements électriques et électroniques, données 2018.
- ADEME, 2016. SINOE Déchets.
- ADEME, 2019. Déchets d'éléments d'ameublement (DEA), données 2019 : Rapport annuel.
- ADEME, 2019. Référentiel national des couts du service public de prévention et de gestion des déchets, année 2016.
- ADEME, 2015. La collecte des déchets par le service public en France.
- ADEME, 2017. Bilan National du Recyclage 2005-2014.
- ADEME, 2014. L'écu et les déchets.
- ADEME, 2017, L'outil WILCI pour l'ACV de l'incinération des DMA en France
- ADEME, 2012, Transport et logistique des déchets
- ADEME, 2020, Base Carbone, Documentation générale v18.1
- ADEME & FEDEREC, 2017, Evaluation environnementale du recyclage en France selon la méthodologie de l'ACV
- Adelphe & Eco-Emballages, 2016, Comités d'information matériaux 2015
- Bio Intelligence Service, AJI-Europe, BP2R. 2012. Transport et logistique des déchets – Rapport final. ADEME.
- CITEO, 2019. Guide des données BEE.
- CITEO, 2018. Suivi de la qualité des matériaux, Observatoire de la qualité – Bilan 2018.
- CITEO, 2017. La France de l'économie circulaire : guide 2017.
- Commissariat général au développement durable, 2019. Bilan 2016 de la production de déchets en France
- Conseil National de l'Industrie, 2019. Contrat de filière : transformation et valorisation des déchets : 2019-2022.
- FNADE, 2015. Développement de la filière CSR en France – Position de la FNADE.
- INSEE, 2016. Enquête sur la production de déchets non dangereux dans l'industrie.
- Ministère de la transition écologique et solidaire, 2019. Etude d'impact : projet de loi relatif à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire.
- SDES, 2019. Bilan 2016 de la production des déchets en France, SDES, Décembre 2019
- CIMAP, 2014. Mission d'évaluation de politique publique, La gestion des déchets par les collectivités territoriales