

Impacts environnementaux de filières de traitements biologiques des déchets alimentaires : compostages et méthanisations

SYNTHESE COURTE



EXPERTISES

**Déc.
2019**



Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'oeuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Ce document est diffusé par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé

BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 17MAR000044

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : S3D et Evea

Coordination technique - ADEME : DEPORTES Isabelle

Direction/Service : DECD – Service Mobilisation et Valorisation des Déchet



SOMMAIRE

1. Contexte	3
2. Méthodologie utilisée.....	4
3. Définition des objectifs et du champ de l'étude.....	4
3.1. Type de déchets considérés dans l'analyse.....	4
3.2. Unité fonctionnelle.....	4
3.2.1. Grandes étapes du cycle de vie des filières retenues	5
4. Conclusion / Perspectives.....	6
4.1. Impacts potentiels générés par les différentes filières	6
4.1.1. Principales conclusions relatives aux filières de compostage.....	6
4.1.2. Principales conclusions relatives aux filières de méthanisation	6
4.2. Impacts potentiels évités par chacune des différentes filières	7
4.2.1. Principales conclusions relatives aux filières de compostage.....	7
4.2.2. Principales conclusions relatives aux filières de méthanisation	7
4.3. Principales conclusions sur les paramètres influençant les résultats de l'ACV	7

1. Contexte

Sur les 600 kg d'ordures ménagères produits par habitant et par an, 25 à 30% sont des déchets de cuisine et de tables (DCT)¹: ce gisement non négligeable est aujourd'hui très largement éliminé avec les ordures ménagères, mis en décharge ou incinéré.

La valorisation des DCT dans des filières spécifiques permet d'assurer une bonne qualité de traitement tout en évitant de les éliminer par incinération ou encore mise en décharge alors qu'ils représentent une ressource intéressante en matière et en énergie. En effet, ces DCT présentent un intérêt pour une valorisation agronomique dans le cadre d'une économie circulaire de la matière organique. Le compostage et la méthanisation transforment des matières organiques brutes en matières valorisables sur les sols agricoles, le compost ou le digestat. Qualifiées de MAFOR (Matières Organiques Fertilisantes d'Origine Résiduelles), les composts et les digestats présentent un intérêt fertilisant et amendement permettant de répondre aux besoins agronomiques des sols cultivés. Dans le contexte actuel d'appauvrissement des sols en matières organiques, il existe un réel besoin d'amendements organiques naturels. Le retour au sol de ces matières organiques contribue au maintien de la fertilité des sols. De plus, la méthanisation permet de valoriser énergétiquement les DCT.

La loi de transition énergétique pour la croissance verte du 17 août 2015 prévoit que tous les particuliers disposent d'une solution pratique de tri à la source de leurs DCT avant 2025. Différentes solutions peuvent être mises en œuvre pour écarter ces DCT des ordures ménagères résiduelles : compostage individuel, compostage collectif de proximité, compostage industriel, méthanisation en mélange avec d'autres déchets organiques d'origine agricole, agroindustrielle...

Dans ce contexte, l'ADEME souhaite comparer l'intérêt environnemental de différents scénarios de traitement biologique par compostage ou par méthanisation des déchets alimentaires afin de fournir aux décideurs et aux autres acteurs impliqués dans l'accompagnement et la gestion de ces déchets les éléments d'aide à la décision permettant la mise en œuvre de solutions de traitement les plus pertinentes possibles d'un point de vue environnemental.

¹ Ministère de la Transition écologique et solidaire/ biodéchets source : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/biodechets>

2. Méthodologie utilisée

Cette analyse est réalisée selon les principes et les cadres définis par les normes ISO 14040 et ISO 14044 présentant les exigences relatives à la réalisation d'une Analyse du Cycle de Vie (ACV) de produits. Elle est de type attributionnel et se focalise donc sur le périmètre de la filière étudiée : évaluation de la performance d'une filière (comparativement à d'autres filières apportant le même service rendu) mais pas des impacts environnementaux induits au niveau du système territorial global.

L'étude a été réalisée par EVEA, société de conseil en ACV et éco-conception. L'inventaire a été élaboré par EVEA et S3D Ingénierie. Le rapport a été rédigé par EVEA et S3D Ingénierie et soumis à revue critique. L'avis final de revue critique est annexé à cette synthèse.

Cette ACV comparative ayant pour but d'être communiquée, elle a été soumise à une revue critique par un panel de 3 experts indépendants (conformément à la norme ISO 14040 :2006). La revue critique s'assure de la validité et de l'objectivité des hypothèses formulées pour mener l'analyse ainsi que de la conformité de l'ACV aux normes ISO 14040 et 14044.

3. Définition des objectifs et du champ de l'étude

3.1. Type de déchets considérés dans l'analyse

Le terme déchets de cuisine et de table (DCT) se limite dans le cadre de cette analyse aux déchets organiques de table et de cuisine des ménages. Les DCT produits par la restauration collective, les industries agroalimentaires, les grandes et moyennes surfaces, les artisans ou encore les marchés sortent du cadre de l'analyse. Les DCT considérés peuvent contenir de la viande et du poisson.

3.2. Unité fonctionnelle

L'ACV se focalise sur la comparaison de 6 filières² de valorisation de DCT. Afin de quantifier les flux relatifs aux six systèmes étudiés et de les comparer, une unité de référence doit être définie. L'unité fonctionnelle retenue dans le cadre de cette ACV est la suivante : « **traiter une quantité de 1 kg de DCT** ».

² Dans l'étude, une filière de traitement correspond à un procédé particulier de traitement, soit par méthanisation soit par compostage, et un mode particulier de valorisation des produits issus du traitement (injection de biométhane, cogénération, amendement, engrais).

3.2.1. Grandes étapes du cycle de vie des filières retenues

Les figures ci-dessous présentent les principales caractéristiques des filières étudiées.

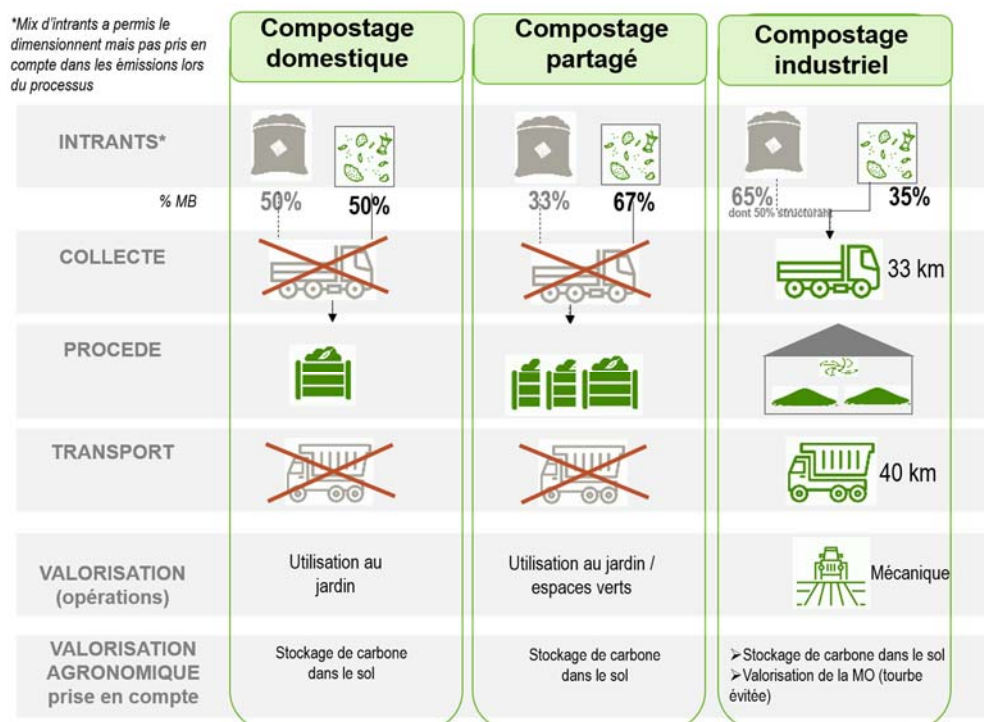


Figure 2 : Principales caractéristiques des filières de compostage

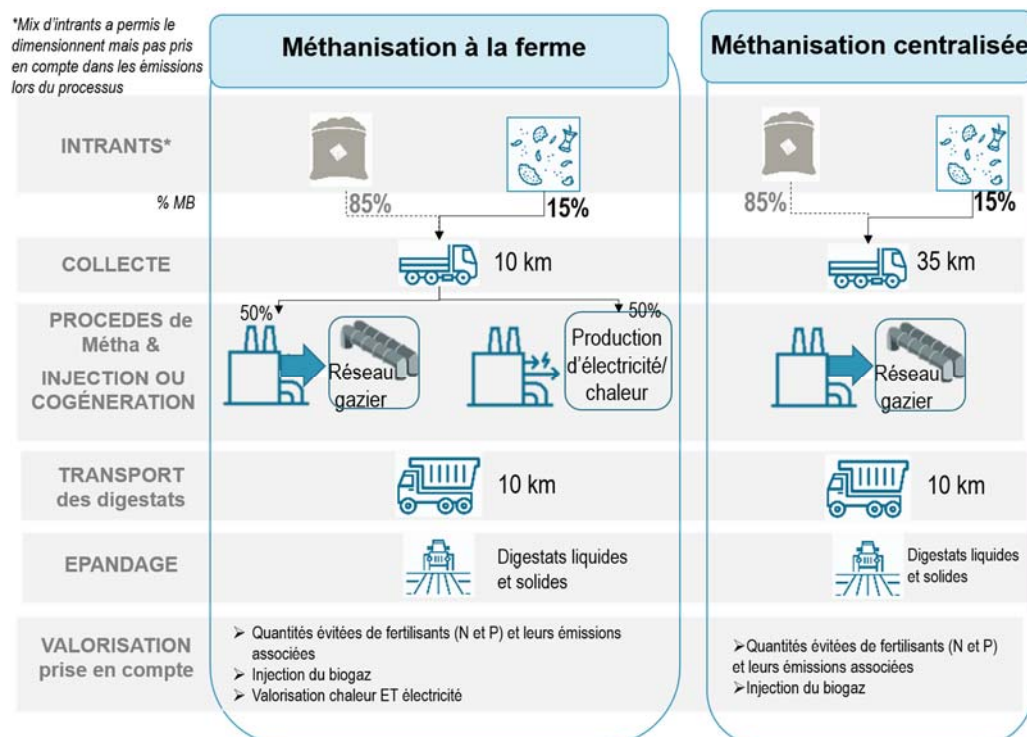


Figure 1 : Principales caractéristiques des filières de méthanisation

4. Conclusion

Cette étude visait à développer une analyse de cycle de vie (ACV) comparative de 6 filières de traitement de DCT (3 filières par voie de compostage, et 3 filières par voie de méthanisation) afin d'en déterminer les impacts environnementaux potentiels respectifs. L'analyse est représentative des pratiques du territoire français, et les DCT sont ceux des ménages et de la restauration collective (publique et privée). Les DCT des industries agro-alimentaires, des magasins de distribution, et des artisans sont exclus du champ de l'étude.

4.1. Impacts potentiels générés par les différentes filières

De la comparaison des résultats d'impacts potentiels entre les six filières, il ressort que :

- La filière de compostage industriel est significativement plus impactante sur une majorité des indicateurs (6/11). Elle fait également partie des filières les plus impactantes sur le potentiel de réchauffement climatique.
- Les filières de compostage domestique et partagé sont les moins impactantes sur l'ensemble des indicateurs.
- Les filières de méthanisation sont les plus impactantes sur les indicateurs changement climatique, acidification, et eutrophisation marine. Les 3 filières de méthanisation sont généralement assez proches en termes d'impacts excepté sur l'indicateur consommation d'énergie où la filière méthanisation à la ferme en cogénération se démarque par son impact plus faible.

4.1.1. Principales conclusions relatives aux filières de compostage

Parmi les filières de compostage, la filière de compostage industriel est la filière qui ressort comme significativement la plus impactante sur l'ensemble des indicateurs, exceptés le potentiel de réchauffement climatique et le potentiel d'eutrophisation marine, indicateurs pour lesquels l'impact de la filière compostage industriel est aussi supérieur mais de manière relativement moins significative.

Les principaux contributeurs aux impacts de la filière compostage industriel sont :

- Le transport pour la collecte des DCT et pour l'acheminement des produits de valorisation post-traitement
- L'énergie consommée sur la plateforme
- Les infrastructures
- Dans une moindre mesure, les émissions lors de l'épandage

Concernant le potentiel de réchauffement climatique, les trois filières de compostage ont un impact sensiblement équivalent par tonne de DCT traité, dont les contributeurs principaux sont, par ordre d'importance, les émissions de protoxyde d'azote et de méthane.

4.1.2. Principales conclusions relatives aux filières de méthanisation

Les impacts potentiels générés par chacune des trois filières de méthanisation étudiées sont sensiblement équivalents. Il convient toutefois de noter que la méthanisation à la ferme avec cogénération :

- a un impact nettement réduit par rapport aux deux autres filières sur la consommation d'énergie (impact divisé par 2) en raison d'un procédé moins énergivore, et sur la diminution de la couche d'ozone (moins 50% par rapport à la méthanisation centralisée) en raison d'une moindre consommation d'énergie pour le procédé et d'un transport moins important pour la collecte,
- a un impact moindre de 15% par rapport à la méthanisation centralisée, même si cet écart reste peu significatif, sur le potentiel de réchauffement climatique en raison d'émissions de méthane potentiellement inférieures lors du processus de méthanisation.

Les principaux contributeurs aux impacts des filières de méthanisation sont :

- L'épandage des digestats (émissions de NH₃ et lixiviation P)
- Les émissions de CH₄ lors du processus de méthanisation (considérées ici via l'ouverture intempestives des soupapes de sécurité)
- L'énergie requise pour le processus de méthanisation

A noter que dans le cas de mauvaises pratiques d'épandage et/ou de perte CH₄ durant le procédé, les filières de méthanisation deviennent radicalement plus impactantes que les filières de compostage sur les indicateurs changement climatique, acidification et eutrophisation eau douce.

4.2. Impacts potentiels évités par chacune des différentes filières

D'une manière générale les impacts potentiellement évités par les filières de méthanisation via la cogénération ou l'injection de biométhane dans le réseau sont très supérieurs aux impacts évités par les filières de compostage, à l'exception notoire de l'impact sur le changement climatique pour le compostage industriel. La méthanisation génère davantage d'impact évités que le compostage en raison des quantités évitées d'engrais liées à la valorisation des digestats (N et P) et de l'énergie valorisée (biogaz).

De la comparaison des résultats d'impacts potentiellement évités, il ressort que :

- Les impacts évités relatifs à chacune des trois filières de méthanisation sont sensiblement équivalents.
- Toutefois, la cogénération montre des impacts potentiellement évités significativement supérieurs sur les indicateurs diminution de la couche d'ozone et sur la consommation d'énergie (respectivement +65% et +150% pour la cogénération par rapport aux deux autres filières de méthanisation), et significativement inférieurs sur le changement climatique (-30% pour la cogénération par rapport aux deux autres filières de méthanisation).

4.2.1. Principales conclusions relatives aux filières de compostage

Les impacts évités pour les filières de compostage domestique et partagé sont faibles puisque seul un stockage de carbone dans le sol a été pris considéré en termes de substitution. Ce stockage de carbone n'a d'effet bénéfique que sur l'indicateur changement climatique.

Pour la filière compostage industriel, en plus d'un stockage de carbone dans le sol, une quantité évitée de tourbe a été considérée qui génère la majorité des impacts évités de cette filière. Cependant les bénéfices environnementaux potentiels sont moindres que ceux apportés par les quantités de fertilisants azotés et phosphorés des filières de méthanisation.

4.2.2. Principales conclusions relatives aux filières de méthanisation

Pour la filière méthanisation à la ferme en cogénération (générant les principaux impacts évités), les principaux contributeurs aux impacts évités sont :

- La valorisation du contenu azote des digestats, principalement sur les indicateurs changement climatique, création d'ozone photochimique, acidification, et eutrophisation marine.
- La valorisation du contenu phosphore des digestats, principalement sur l'indicateur eutrophisation eau douce.
- Le procédé de cogénération, principalement sur les indicateurs diminution de la couche d'ozone et consommation d'énergie

4.3. Principales conclusions sur les paramètres influençant les résultats de l'ACV

Sur l'indicateur changement climatique, les premiers contributeurs sont les pertes de biogaz (CH₄) pour les filières de méthanisation et les émissions de protoxyde d'azote (N₂O) pour les filières compostage.

- Un taux de pertes supérieur à celui considéré dans le scénario de référence pourrait obérer le bilan carbone des filières de méthanisation par rapport aux scénarios de compostage.
- Des taux d'émissions de N₂O nuls, ou du moins inférieurs à la valeur considérée dans le scénario de référence, pourraient améliorer l'intérêt environnemental des filières compostage.

L'ACV montre par ailleurs de fortes variations des impacts pour les filières de méthanisation liées aux pratiques d'épandage sur les indicateurs changement climatique, acidification, oxydation photochimique et eutrophisation marine. Les pratiques d'épandage sont influentes et difficiles à appréhender en raison de la variabilité des pratiques d'épandage. Enfin on observe une forte influence de la prise en compte de la substitution à des engrais.

Globalement cette étude montre que les filières de méthanisation n'ont d'intérêt environnemental (sur le potentiel de réchauffement climatique notamment) que s'il existe une valorisation optimale des co-produits (énergie et digestats) et que si les bonnes pratiques sont respectées tout au long de la chaîne : procédé de méthanisation pour limiter les fuites de méthane et épandage pour limiter les émissions de N₂O et NH₃.

Enfin, ce travail répond aux questions posées à l'ADEME sur le choix des filières de traitements en montrant que la simple comparaison des filières pour une même unité de déchets n'est pas suffisante. Le travail effectué dans cette étude n'est donc qu'une première étape. D'un point de vue territorial, les déchets de cuisine et de table n'auront pas une destination unique et la structure du territoire impacte fortement les choix et les possibilités des collectivités en matière de collecte des DCT : aussi, les éléments du présent travail pourront être réutilisés lors d'évaluations environnementales de différentes organisations territoriales.

SIGLES ET ACRONYMES

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
JRC	Joint Research Center
DCT	Déchets de cuisine et de table des ménages
N.C.	Non concerné
N.P.	N.P. Non précisé
CC	Changement climatique
OD	Diminution de la couche d'ozone
Ox. Ph.	Formation d'O3 photochim.
Tox Hum NC	Toxicité humaine non cancérigène
Tox Hum C	Toxicité humaine cancérigène
AC	Acidification
EUT. ED	Eutrophisation eau douce
EUT. Mar.	Eutrophisation marine
Ecotox. ED	Ecotoxicité eau douce
Conso éner	Consommation d'énergie
ERM	Epuisement des ressources minérales
MFc ou MÀF cogé	Méthanisation à la ferme en cogénération
MFi ou MÀF inj	Méthanisation à la ferme en injection
MC	Méthanisation centralisée (100 % injection)
CD	Compostage domestique
CP	Compostage partagé
CI	Compostage industriel

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.

IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DE FILIERES DE TRAITEMENTS BIOLOGIQUES DES DECHETS ALIMENTAIRES : COMPOSTAGES ET METHANISATIONS

La LTECV du 17 août 2015 prévoit que tous les particuliers disposent d'une solution pratique de tri à la source de leurs DCT avant 2025. Dans ce contexte, l'ADEME a souhaité comparer l'intérêt environnemental, par la méthode d'Analyse de Cycle de Vie (ACV) de différentes filières de traitement biologiques des déchets alimentaires : par compostage domestique, compostage partagé, compostage industriel, méthanisation à la ferme et méthanisation centralisée.

Il ressort de cette ACV que les impacts négatifs sur l'environnement sont principalement dus aux émissions azotées, phosphorées et carbonées au cours des procédés (compostage ou méthanisation) et lors de l'épandage du compost et du digestat. De plus, les pratiques d'épandage conditionnent fortement les impacts liés à la valorisation des composts et des digestats.

Concernant les impacts potentiellement évités, la valorisation agronomique du compost et des digestats est le principal levier qui permet de dégager des bénéfices environnementaux grâce à la substitution d'un amendement pour le compost, et d'un fertilisant pour le digestat. La production d'énergie dans le cas de la méthanisation présente également un intérêt significatif en termes d'impacts évités, en substitution au mix électrique dans le cas d'une valorisation par cogénération, et au gaz naturel lors d'une valorisation par injection

La réalisation de cette ACV s'est appuyée sur des installations type et la comparaison de l'intérêt environnemental des filières entre elles n'est en aucun cas généralisable.

Les données récoltées pourront être utilisées sur un territoire donné, pour comparer plusieurs combinaisons possibles de ces filières qui ont vocation à coexister dans une optique d'optimisation territoriale. La prise en compte des conditions économiques, techniques et réglementaires sont essentielles lors de ces comparaisons.

