

CHAPITRE 4

TRAITEMENT BIOLOGIQUE DES DECHETS SOLIDES

Auteurs

Riitta Pipatti (Finlande)

Joao Wagner Silva Alves (Brésil), Qingxian Gao (Chine), Carlos López Cabrera (Cuba), Katarina Mareckova (Slovaquie), Hans Oonk (Pays-Bas), Elizabeth Scheehle (États-unis), Chhemendra Sharma (Inde), Alison Smith (Royaume-Uni), Per Svardal (Norvège) et Masato Yamada (Japon)

Table des matières

4	Traitement biologique des déchets solides	
4.1	Questions méthodologiques	4.4
4.1.1	Choix de la méthode	4.5
4.1.2	Choix des données d'activité	4.6
4.1.3	Choix de facteurs d'émission	4.6
4.2	Exhaustivité	4.7
4.3	Elaboration de séries temporelles cohérentes	4.7
4.4	Evaluation de l'incertitude	4.7
4.5	AQ/CQ	4.8
4.6	Etablissement des rapports et documentation	4.8

Équations

Équation 4.1	Emissions de CH ₄ par traitement biologique	4.5
Équation 4.2	Emissions de N ₂ O par traitement biologique	4.6

Tableaux

Tableau 4.1	Facteurs d'émission par défaut pour les émissions de CH ₄ et de N ₂ O issues du traitement biologique des déchets	4.7
-------------	---	-----

4 TRAITEMENT BIOLOGIQUE DES DECHETS SOLIDES

4.1 QUESTIONS METHODOLOGIQUES

Le compostage et la digestion anaérobie des déchets organiques tels que les déchets d'aliments, des parcs et des jardins et les boues, sont chose commune dans les pays développés et ceux en développement. Le traitement biologique présente de nombreux avantages, à savoir: réduction du volume des déchets, stabilisation des déchets, destruction des pathogènes et valorisation énergétique par la production de biogaz. Selon leur qualité, les produits finis du traitement biologique peuvent être recyclés en engrais ou pour l'amélioration du sol comme ils peuvent être évacués dans les SEDS.

Le traitement anaérobie est habituellement lié à la récupération du méthane (CH_4) et à sa combustion pour les besoins en énergie; aussi, les émissions de gaz à effet de serre, du processus, devront être signalées dans le Secteur 'Énergie'. Le traitement anaérobie des boues dans les installations d'épuration des eaux usées est traité au Chapitre 6 « Traitement et rejet des eaux usées » et les émissions qui en ressortent doivent être signalées dans les catégories d'Eaux usées. Cependant, lorsque des boues issues de l'épuration d'eaux usées sont transférées vers une station anaérobie, qui digère simultanément les boues et des déchets municipaux solides ou autres, toutes les émissions de CH_4 et d'oxyde nitreux (N_2O) correspondantes doivent être signalées sous cette catégorie – traitement biologique des déchets solides. Lorsque ces gaz sont utilisés pour la production d'énergie, les émissions correspondantes seront signalées dans le Secteur "Énergie".

Le compostage est un procédé aérobie et une grande partie du carbone organique dégradable (COD), des déchets, est transformée en dioxyde de carbone (CO_2). Le CH_4 se forme dans les sections anaérobies du compost mais il est ensuite oxydé, dans une grande mesure, dans les sections aérobies du compost. La fraction de CH_4 libérée dans l'atmosphère varie entre moins de 1% à quelques pourcentages de la teneur originelle en carbone dans la matière (Beck-Friis, 2001; Detzel *et al.*, 2003; Arnold, 2005).

Le compostage peut, par ailleurs, produire des émissions de N_2O . Ces émissions oscillent entre moins de 0,5% et 5% de la teneur originelle en azote (Petersen *et al.*, 1998; Hellebrand 1998; Vesterinen, 1996; Beck-Friis, 2001; Detzel *et al.*, 2003). Les composts à faible activité peuvent produire à la fois davantage de CH_4 et de N_2O (ex. : Vesterinen, 1996).

La digestion anaérobie de déchets organiques expédie la décomposition naturelle de matières organiques sans oxygène en conservant la température, la teneur en eau et le pH proches de leurs valeurs optimales. Le CH_4 généré peut servir à produire de la chaleur et/ou de l'électricité; c'est pourquoi les émissions provenant de ce procédé doivent être signalées dans le Secteur « Énergie ». Les émissions de CO_2 sont d'origine biogène et doivent être signalées comme élément d'information uniquement dans le Secteur "Énergie". Les émissions de CH_4 provenant de ces installations, et qui sont dues à des fuites involontaires, lors de dysfonctionnements du procédé ou pour d'autres raisons, représentent environ 0 à 10% du volume de CH_4 produit. En l'absence d'informations supplémentaires, il faut utiliser 5% comme valeur par défaut pour les émissions de CH_4 . En présence de normes techniques, dans les stations de biogaz, veillant au brûlage d'émissions involontaires de CH_4 , ces émissions seront fort probablement proches de zéro. Les émissions de N_2O issues du procédé sont supposées être insignifiantes quoique l'on dispose de données très maigres à leur sujet.

Le traitement mécanique-biologique (MB) des déchets est de plus en plus utilisé en Europe. Selon le traitement MB, les déchets sont soumis à une série d'opérations mécaniques et biologiques qui visent à réduire le volume des déchets et à les stabiliser afin d'en réduire le volume d'émission pour élimination définitive. Les opérations varient selon l'application. Les opérations mécaniques séparent les déchets en fractions qui vont ensuite faire l'objet d'un traitement poussé (compostage, digestion anaérobie, combustion, recyclage), y compris la séparation, dilacération et broyage des matériaux. Les opérations biologiques comprennent le compostage et la digestion anaérobie. Le compostage peut se faire en monceaux ou dans des stations de compostage avec optimisation des conditions du procédé et le filtrage du gaz ainsi produit. Les possibilités de réduction du volume de matière organique au niveau des décharges sont élevées : 40 à 60% (Kaartinen, 2004). En raison du volume réduit de déchets, de la teneur en matières organiques et de l'activité biologique, les déchets traités par le procédé MB produiront jusqu'à 95% de moins de CH_4 que les déchets non traités dans les SEDS. Les réductions pratiques ont été moindres et dépendent du type et de la durée du traitement MB en question (voir par exemple Binner, 2002). Les émissions de CH_4 et de N_2O , durant les différentes phases du traitement MB, dépendent des opérations spécifiques et de la durée du traitement biologique.

Globalement, le traitement biologique des déchets influe sur le volume et la composition des déchets qui seront déposés dans les SEDS. Les analyses des flux de déchets (voir l'exemple dans l'Encadré 3.1) sont des méthodologies recommandées pour estimer l'impact du traitement biologique sur les émissions provenant des SEDS.

L'estimation des émissions de CH₄ et de N₂O issues du traitement biologique des déchets solides suit les étapes suivantes:

1^{ère} étape: Recueillir des données sur le volume et le type de déchets solides qui seront traités biologiquement. Les données sur le compostage et le traitement anaérobie doivent être recueillies séparément, quand cela est possible. Des données régionales par défaut sur le compostage sont fournies au Tableau 2.1 du Chapitre 2, tandis que les données spécifiques de certains pays sont fournies à l'Annexe 2A.1 du présent Volume. On peut postuler que la digestion anaérobie des déchets solides est de zéro en l'absence de données. Les données par défaut ne doivent être utilisées qu'en l'absence de données du pays concerné (voir également la Section 4.1.2).

2^{ème} étape: Estimer les émissions de CH₄ et de N₂O provenant du traitement biologique des déchets solides en se servant des Equations 4.1 et 4.2. Utiliser les facteurs d'émission par défaut ou du pays concerné conformément aux orientations fournies à cet effet aux Sections 4.1.1, 4.1.2 et 4.1.3.

3^{ème} étape: Soustraire le volume de gaz récupéré sur la quantité de CH₄ produit pour estimer les émissions annuelles nettes de CH₄ une fois les émissions de CH₄ par digestion anaérobie sont récupérées.

La cohérence entre les émissions de CH₄ et de N₂O, provenant du compostage ou du traitement anaérobie des boues, et des émissions provenant du traitement des boues de la catégorie « Traitement et rejet des eaux usées », doit être vérifiée. De même, si des émissions découlant de la digestion anaérobie sont signalées sous la rubrique 'Traitement biologique des déchets solides', les compilateurs de l'inventaire doivent également veiller à ce que ces émissions ne soient pas incluses dans le Secteur « Énergie ».

Des informations utiles sur la collecte de données d'activité, le choix du facteur d'émission et la méthode utilisée pour estimer les émissions, doivent être documentées conformément aux orientations proposées à la Section 4.6.

4.1.1 Choix de la méthode

Les émissions CH₄ et N₂O du traitement biologique peuvent être estimées à l'aide de la méthode par défaut donnée dans les Équations 4.1 et 4.2 ci-dessous:

ÉQUATION 4.1
ÉMISSIONS DE CH₄ PAR TRAITEMENT BIOLOGIQUE

$$EmissionsCH_4 = \sum_i (M_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-3} - R$$

Où:

Émissions CH ₄	=	total des émissions de CH ₄ de l'année d'inventaire, Gg CH ₄
M _i	=	masse de déchets organiques traités par type de traitement biologique <i>i</i> , Gg
EF	=	facteur d'émission pour le traitement <i>i</i> , g CH ₄ /kg déchets traités
<i>i</i>	=	compostage ou digestion anaérobie
R	=	volume total de CH ₄ récupéré dans l'année d'inventaire, Gg CH ₄

Lorsque des émissions de CH₄ découlant de la digestion anaérobie sont signalées, le volume de gaz récupéré doit être soustrait du volume de CH₄ produit. Le gaz récupéré peut être brûlé à la torche ou à l'aide d'un appareil énergétique. Le volume de CH₄ récupéré est exprimé comme R dans l'Équation 4.1. Si le gaz récupéré est valorisé à des fins énergétiques, les émissions de gaz à effet de serre, résultant de la combustion du gaz, doivent être signalées dans le Secteur 'Énergie'. Cependant, les émissions issues de la combustion du gaz récupéré ne sont pas significatives, car les émissions de CO₂ sont d'origine biogène et comme les émissions de CH₄ et de N₂O sont très faibles, les *bonnes pratiques* du Secteur 'Déchets' n'en recommandent pas l'estimation. Toutefois, si l'on souhaite estimer ces émissions, les émissions issues du brûlage à la torche doivent être signalées dans le Secteur 'Déchets'. On trouvera au Chapitre 4.2 du Volume 2 "Énergie" une réflexion et des informations

détaillées sur les émissions provenant du brûlage à la torche. Les émissions par brûlage à la torche ne sont pas traitées au Niveau 1.

ÉQUATION 4.2
ÉMISSIONS DE N₂O PAR TRAITEMENT BIOLOGIQUE

$$Emissions\ N_2O = \sum_i (M_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-3}$$

Où:

Émissions N ₂ O	=	total des émissions de N ₂ O de l'année d'inventaire, Gg N ₂ O
M _i	=	masse de déchets organiques traités par type de traitement biologique <i>i</i> , Gg
EF	=	facteur d'émission pour le traitement <i>i</i> , g N ₂ O/kg déchets traités
<i>i</i>	=	compostage ou digestion anaérobie

Trois niveaux, pour cette catégorie, sont résumés ci-dessous :

Niveau 1: Le Niveau 1 utilise les facteurs d'émission par défaut du GIEC.

Niveau 2: Le Niveau 2 utilise des facteurs d'émission propres au pays basés sur des mesures représentatives.

Niveau 3: Les méthodes de Niveau 3 seraient basées sur les mesures spécifiques au site ou à l'installation de traitement (en continu ou périodique).

4.1.2 Choix des données d'activité

La collecte des données d'activité, sur le traitement biologique, peut être basée sur les statistiques nationales. Les données sur le traitement biologique peuvent être obtenues auprès des autorités municipales ou régionales chargées de la gestion des déchets ou auprès des entreprises de traitement des déchets. Le Tableau 2.1 du Chapitre 2 « Production, composition et données de gestion des déchets », fournit des valeurs régionales par défaut sur le traitement biologique. Les valeurs nationales par défaut de certains pays peuvent être consultées à l'Annexe 2A.1 de ce Volume. Ces données peuvent servir de point de départ. Les *bonnes pratiques* recommandent aux pays d'utiliser des données nationales recueillies annuellement ou périodiquement lorsque cela est possible.

4.1.3 Choix de facteurs d'émission

4.1.3.1 NIVEAU 1

Les émissions résultant du compostage et de la digestion anaérobie dans les installations de production de biogaz dépendront de divers facteurs tels que le type de déchet composté, le volume et le type de matériau d'accompagnement (ex. : copeaux et tourbes) utilisé, la température, la teneur en eau et l'aération durant le procédé.

Le Tableau 4.1 contient les facteurs par défaut pour les émissions de CH₄ et de N₂O issues du traitement biologique pour la méthode de Niveau 1:

TABLEAU 4.1 FACTEURS D'EMISSION PAR DEFAUT POUR LES EMISSIONS DE CH ₄ ET DE N ₂ O ISSUES DU TRAITEMENT BIOLOGIQUE DES DECHETS					
Type de traitement biologique	Facteurs d'émission CH ₄ (g CH ₄ /kg déchets traités)		Facteurs d'émission N ₂ O (g N ₂ O/kg déchets traités)		Observations
	sur base de poids sec	sur base de poids humide	sur base de poids sec	sur base de poids humide	
Compostage	10 (0,08 - 20)	4 (0,03 - 8)	0,6 (0,2 - 1,6)	0,3 (0,06 - 0,6)	Hypothèses sur les déchets traités: 25-50% COD dans la matière sèche, 2% N de matière sèche, teneur en eau : 60%. Les facteurs d'émission pour les déchets sont estimés sur la base des facteurs relatifs aux déchets humides avec l'hypothèse d'une teneur en eau de 60% dans les déchets humides.
Digestion anaérobie dans les installations de biogaz	2 (0 - 20)	1 (0 - 8)	Supposé insignifiant	Supposé insignifiant	
Sources: Arnold, M.(2005) Personal communication; Beck-Friis (2002); Detzel <i>et al.</i> (2003); Petersen <i>et al.</i> 1998; Hellebrand 1998; Hogg, D. (2002); Vesterinen (1996).					

L'émission issue du traitement MB peut être estimée grâce aux valeurs par défaut du Tableau 4.1 pour le traitement biologique. Les émissions dégagées lors des opérations mécaniques ne doivent pas être significatives.

4.1.3.2 NIVEAUX 2 ET 3

Au Niveau 2, les facteurs d'émission doivent être basés sur des mesures représentatives qui couvrent les options de traitement biologique pertinentes appliquées dans le pays. Au Niveau 3, les facteurs d'émission seraient basés sur les mesures propres au site/à l'installation (en continu ou périodique).

4.2 EXHAUSTIVITE

La communication des émissions de CH₄ et de N₂O découlant du traitement biologique, le cas échéant, permet de compléter les rapports sur les émissions provenant des SEDS et le brûlage des déchets et contribue à couvrir la totalité des sources du Secteur 'Déchets'. Cet exercice est particulièrement important dans les pays où le traitement biologique est, ou est en passe de devenir, prépondérant.

4.3 ELABORATION DE SERIES TEMPORELLES COHERENTES

Comme les anciennes *Lignes directrices du GIEC* ne fournissaient aucune orientation méthodologique pour estimer et rendre compte des émissions issues du traitement biologique, il est recommandé d'estimer la totalité de la série temporelle suivant la même méthodologie. Les données d'activité des années passées n'existent probablement pas dans tous les pays. De même, il se peut que des données récentes sur le traitement biologique ne soient pas recueillies annuellement. Les méthodes permettant d'identifier les données manquantes sont décrites au Chapitre 5 «Cohérence des séries temporelles» du Volume 1.

Les facteurs d'émission par défaut s'appuient sur un nombre restreint d'études. Plus de données seront disponibles dans les prochaines années. Les *bonnes pratiques* recommandent d'exploiter des informations scientifiques actualisées afin d'améliorer les facteurs d'émission. Ensuite, les estimations pour l'ensemble des séries temporelles doivent être recalculées.

4.4 EVALUATION DE L'INCERTITUDE

L'incertitude des données d'activité dépendra de la manière dont ces données sont recueillies. Les estimations d'incertitude pour la production des déchets et la fraction de déchets traités biologiquement peuvent être

calculées de la même façon que pour les DSM déposés dans les SEDS (voir Tableau 3.5). Les incertitudes dépendront de la qualité de la collecte des données dans le pays concerné.

Les incertitudes entourant les facteurs d'émission par défaut peuvent être mesurées en utilisant les étendues du Tableau 4.1. Quant aux incertitudes des facteurs d'émission propres aux pays, elles dépendront du plan d'échantillonnage et des techniques de mesure utilisées pour déterminer les facteurs d'émission.

4.5 AQ/CQ

Les conditions d'AQ/CQ traitées à la Section 3. 8 du Chapitre 3 « Élimination des déchets solides » s'appliquent également au traitement biologique des déchets.

4.6 ETABLISSEMENT DES RAPPORTS ET DOCUMENTATION

Les *bonnes pratiques* recommandent de documenter et d'archiver toutes les informations requises pour établir l'inventaire national des gaz à effet de serre comme exposé à la Section 6.11 du Chapitre 6 « AQ/CQ et vérification » du Volume 1 des présentes *Lignes directrices*. Quelques exemples de documentation et d'établissement de rapports, intéressant cette catégorie, sont proposés ci-dessous :

- Les sources des données d'activité doivent être décrites et référencées. Les informations relatives à la fréquence et la couverture de la collecte des données (ex. : le compostage dans les ménages est-il inclus ou pas ?) doivent être fournies.
- Des informations sur les types de déchets (ex.: déchets alimentaires, déchets des jardins et des parcs) compostés ou traités de façon anaérobie doivent être données, si elles existent.
- Les facteurs d'émission spécifiques au pays doivent être justifiés et référencés.
- Si les informations communiquées sur le traitement biologique sont réparties sur plusieurs secteurs et/ou catégories, précision devra en être donnée dans tous les secteurs/catégories pertinents pour éviter les omissions ou le double comptage.

Les feuilles de travail (tableurs) conçues pour estimer les émissions de gaz à effet de serre issues du traitement biologique sont annexées à la fin de ce Volume. Ces feuilles de travail contiennent des informations sur les données d'activité et les facteurs d'émission utilisés pour calculer les estimations.

Références

- Arnold, M. (2005). Espoo: VTT Processes: Unpublished material from measurements from biowaste composts. (Personal communication).
- Beck-Friis, B.G. (2001). *Emissions of ammonia, nitrous oxide and methane during composting of organic household waste*. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences. 331 p. (Doctoral Thesis).
- Binner, E. (2002). *The impact of Mechanical-Biological Pretreatment on the Landfill Behaviour of Solid Wastes*. Workshop Biowaste. Brussels, 8-10.04.2002. 16 p.
- Detzel, A., Vogt, R., Fehrenbach, H., Knappe, F. and Gromke, U. (2003). *Anpassung der deutschen Methodik zur rechnerischen Emissionsermittlung und internationale Richtlinien: Teilbericht Abfall/Abwasser*. IFEU Institut - Öko-Institut e.V. 77 p.
- Hellebrand, H.J. (1998). 'Emissions of nitrous oxide and other trace gases during composting of grass and green waste', *J. agric, Engng Res.*, 69:365-375.
- Hogg, D., Favoino, E., Nielsen, N., Thompson, J., Wood, K., Penschke, A., Economides, D. and Papageorgiou, S., (2002). *Economic analysis of options for managing biodegradable municipal waste*, Final Report to the European Commission, Eunomia Research & Consulting, Bristol, UK.
- Kaartinen, T. (2004). *Sustainable disposal of residual fractions of MSW to future landfills*. Espoo: Technical University of Helsinki. (Master of Science Thesis). In Finnish.
- Petersen, S.O., Lind, A.M. and Sommer, S.G. (1998). 'Nitrogen and organic matter losses during storage of cattle and pig manure', *J. Agric. Sci.*, 130: 69-79.
- Vesterinen, R. (1996): *Impact of waste management alternatives on greenhouse gas emissions: Greenhouse gas emissions from composting*. Jyväskylä: VTT Energy. Research report ENE38/T0018/96. (In Finnish). 30p.