



MODULE 6
DECHETS



6. DECHETS

6.1 Introduction

Ce module présente des méthodologies d'estimation des émissions de méthane (CH_4) provenant des sites de décharge de déchets solides, des émissions de CH_4 provenant des installations de traitement des eaux usées et des émissions de N_2O produites par les eaux usées domestiques.

6.2 Les décharges de déchets solides

Cette section traite de l'estimation des émissions de méthane provenant des sites de décharge de déchets solides.

6.2.1 Introduction

La décomposition anaérobie de matières organiques par des bactéries méthanogènes, présentes dans les sites de décharge de déchets solides, a pour conséquence un dégagement de CH_4 dans l'atmosphère. Cette source représente environ 5 à 20 pour cent des émissions anthropiques mondiales de CH_4 (US EPA, 1994 ; GIEC, 1992).

La méthodologie décrite dans ce manuel propose une classification 'des sites de décharge de déchets solides' (SDDS) en sites "contrôlés" et "non contrôlés" en fonction de l'importance et du type de pratiques de bonne gestion du site. Cette classification est utilisée pour appliquer un facteur de correction de méthane (FCM) pour tenir compte du potentiel de production de méthane dans le site.

6.2.2 Sources de données

Il est recommandé aux pays d'utiliser leurs propres données lorsqu'elles sont disponibles. Autrement, il convient d'utiliser les données par défaut proposées dans les tableaux.

Statistiques sur la population : Les pays dans lesquels existent des zones où le ramassage et l'élimination des déchets n'est pas organisé (habituellement les zones rurales) ne doivent utiliser que les chiffres de la population urbaine lorsque des données de population leur sont demandées. En zone rurale, les déchets sont plutôt éparpillés aux alentours au lieu d'être déposés dans des SDDS, et leur décomposition aérobie génère des émissions extrêmement faibles, ou nulles, de CH_4 .

Statistiques sur les déchets : On dispose, pour la plupart des pays, de données sur le taux de production de déchets solides municipaux (DSM), et sur le pourcentage de DSM déposés dans les SDDS. Il convient d'utiliser ces données lorsqu'elles sont disponibles. Des valeurs par défaut sont proposées au tableau 6-1.

Les différents types de déchets qui sont traités ici sous l'appellation DSM sont :

- 1 les ordures ménagères,
- 2 les déchets des parcs/jardins; et
- 3 les déchets des commerces/marchés.

Certains pays produisent une quantité importante de déchets solides organiques d'origine industrielle. Les valeurs par défaut présentées dans le tableau 6-1 ne prennent pas en compte les déchets solides industriels. Dans le cas où une quantité importante de déchets solides organiques d'origine industrielle serait produite et mise en décharge dans les SDDS, il est recommandé de veiller à déterminer le taux approprié de production per capita de déchets solides; ainsi que la valeur du carbone organique dégradable.

La teneur en carbone organique dégradable (COD) des déchets est ici définie comme la teneur en carbone du papier et des textiles, des déchets de jardins et parcs, et d'autres déchets (non alimentaires) putrescibles, des déchets alimentaires et d'autres déchets organiques biodégradables. La teneur en COD peut être déterminée par le biais de l'une des trois méthodes ci-après :

- en utilisant vos propres données nationales,
- en procédant à des calculs à partir des connaissances sur la composition des déchets de votre pays et en utilisant pour chaque type de déchets, les valeurs par défaut du COD présentées dans le tableau 6-3; ou
- en utilisant les valeurs par défaut présentées dans le tableau 6-1.

Il convient de noter que les valeurs par défaut dans les tableaux 6-1 et 6-3 correspondent en général aux déchets humides (ou frais).

Il est essentiel que la valeur du COD corresponde au taux de production/mise en décharge des déchets, sur laquelle l'estimation du méthane est basée. Par exemple, un pays qui inclut les déchets industriels dans l'estimation de ses DSM doit s'assurer que la valeur utilisée pour le COD reflète cette composante de flots de déchets.

Catégories de sites de décharge des déchets : les sites sont classés en SDDS contrôlés ou non contrôlés. Un site de décharge de déchets contrôlés doit avoir une localisation contrôlée des déchets (c'est-à-dire que les déchets doivent être évacués dans des zones de dépôts spécifiques, avec un niveau de contrôle de la récupération et un niveau de contrôle des feux) et doit comporter au moins une des installations suivantes : matériau de couverture, compactage mécanique ou nivelage des déchets. Tous les autres sites de décharge des déchets qui n'entrent pas dans cette catégorie susmentionnée sont considérés comme des sites non contrôlés. Au sein des sites non contrôlés, une distinction est faite entre les sites profonds (≥ 5 m de profondeur) ou les sites peu profonds (< 5 m de profondeur) afin de prendre en compte leur potentiel de production de CH_4 .

Selon la méthodologie, les pays doivent fournir des données ou des estimations de la quantité de déchets mis en décharge pour chacune de ces trois catégories de SDDS. Dans certains pays, il est difficile de disposer de ces informations. Dans ce cas, il est recommandé aux utilisateurs des *lignes directrices* de consulter les experts nationaux dans le domaine des déchets, afin de parvenir à un consensus raisonnable sur le statut de la gestion des déchets dans le pays.

Il convient de noter que les informations nécessitent la prise en compte des données sur la quantité (masse) de déchets mis en décharge dans chacune des catégories et non le nombre de sites de décharge des déchets dans chacune des catégories. Si la composition des déchets dans chacune des catégories n'est pas connue, utiliser la valeur par défaut proposée dans le tableau 6-1.



6.2.3 Méthodologie

La méthodologie par défaut pour le calcul des émissions de CH₄ fait appel aux paramètres ci-après :

- A) la quantité de déchets mis en décharge dans les différentes catégories de SDDS,
- B) la fraction de carbone organique dégradé et la quantité de carbone organique réellement dégradé, et
- C) la fraction de CH₄ dans les gaz de décharge.

EQUATION I

Emissions de méthane (Gg/an)

=

$$(DSM_T \times DSM_F \times FCM \times COD \times COD_F \times F \times 16/12 - R) \times (1-OX)$$

Où :

DSM _T	=	total de DSM produit (G/an)
DSM _F	=	fraction de DSM évacué dans les sites de décharge de déchets solides
FCM	=	facteur de correction de méthane (fraction)
COD	=	carbone organique dégradé (fraction)
COD _F	=	fraction de COD libéré
F	=	fraction de CH ₄ dans les gaz de décharge (0,5 par défaut)
R	=	CH ₄ récupéré (Gg/an)
OX	=	facteur d'oxydation (0 par défaut)

DECHARGES A L'AIR LIBRE

Pour les pays qui n'avaient pas préalablement procédé à l'estimation des émissions à partir des "décharges à l'air libre", cette méthodologie par défaut peut se traduire par une surestimation des émissions de méthane. Cette méthodologie est représentée par l'équation I.

METHODE DE PREMIER ORDRE

Les pays sont invités à appliquer un modèle plus sophistiqué, tel que le modèle de décomposition de premier ordre, s'ils disposent de données suffisantes et si la méthodologie est clairement définie et justifiée. Voir le manuel de référence.

Comment remplir la feuille de calcul

UTILISATION DE LA FEUILLE DE CALCUL

- Faire une copie de la feuille de calcul qui se trouve à la fin de cette section afin de dresser l'inventaire.
- Conservez l'original de la feuille de calcul non remplie afin de pouvoir faire d'autres copies si nécessaire.

Utilisez la FEUILLE DE CALCUL 6-1 EMISSIONS DE METHANE A PARTIR DES SITES DE DECHARGE DE DECHETS SOLIDES pour inscrire les données relatives à ce sous-module.

ETAPE I ESTIMATION DE LA QUANTITE TOTALE DE DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX PRODUITS ET MIS EN DECHARGE DANS LES SITES DE DECHARGE DE DECHETS SOLIDES

- Si votre pays dispose de statistiques détaillées sur le total annuel de DSM mis en décharge dans les SDDS (en gigagrammes de DSM), inscrivez ces données dans la colonne A de la feuille de calcul principale (feuille de calcul 6-1) et passez ensuite directement à l'étape 2.

Dans le cas contraire utilisez la feuille de calcul 6-1A ou 6-1B pour estimer la quantité de DSM mis en décharge dans les SDDS dans votre pays en suivant les étapes suivantes.

Feuille de calcul 6-1A (Supplémentaire): DONNEES NATIONALES DE PRODUCTION / DECHARGE DE DECHETS

- 1 Définir, pour l'année de l'inventaire, la population dont les déchets sont évacués dans les SDDS. Dans le cas des pays développés ce chiffre est susceptible de correspondre à la population totale du pays. Pour les pays en développement et les pays à économie de transition, ce chiffre correspond uniquement à la population urbaine totale parce que la population rurale est supposée utiliser des méthodes d'évacuation des déchets qui donnent lieu à des émissions extrêmement faibles de CH₄. Inscrivez cette valeur (nombre de personnes) dans la colonne A.
- 2 Inscrivez, dans la colonne B, le taux de production de Déchets Solides Municipaux (DSM) (en kg/hab/jour).

Les DSM représentent ici :

- les ordures ménagères,
- les déchets des parcs/jardins, et
- les déchets des commerces/marchés.

Si les DSM de votre pays contiennent des quantités importantes d'autres déchets organiques tels que des déchets solides industriels organiques, il convient alors de veiller à choisir soigneusement un taux approprié de production des déchets *per capita*.

Il vous faut fournir vos propres données si elles sont disponibles. Des valeurs par défaut (pour les DSM mentionnés ci-dessus) sont données seulement pour certains pays au tableau 6-1.

- 3 Multipliez la valeur de la colonne A par celle de la colonne B. Multipliez le résultat par 365 pour le convertir à partir du taux quotidien, afin d'obtenir la quantité annuelle de DSM générés. Divisez le total par 10⁶ pour convertir les kg en Gg et inscrivez le résultat dans la colonne C.
- 4 Inscrivez dans la colonne D, la fraction de DSM mise en décharge dans les SDDS. Utilisez vos propres données si elles sont disponibles, dans le cas contraire, les valeurs par défaut sont proposées dans le tableau 6-1.



- 5 Multipliez la valeur de la colonne C par celle de la colonne D pour obtenir la quantité annuelle de DSM mise en décharge dans les SDDS. Inscrivez le résultat en gigagrammes de DSM dans la colonne E.
- 6 Inscrivez le chiffre de la colonne E dans la colonne A de la feuille de calcul principale (feuille de calcul 6-1).

Feuille de calcul 6-1B (Supplémentaire): DONNEES DES DECHARGES NATIONALES DE DECHETS

Utilisez la feuille de calcul 6-1B si les données nationales, ou par défaut, sur le taux ou la fraction de production de DSM évacués dans les SDDS ne sont pas disponibles.

- 1 Définissez, pour l'année de l'inventaire, la population dont les déchets sont évacués dans les SDDS. Dans le cas des pays développés ce chiffre est susceptible de correspondre à la population totale du pays. Pour les pays en développement et les pays à économie de transition, ce chiffre correspond uniquement à la population urbaine totale parce que la population rurale est supposée utiliser des méthodes d'évacuation des déchets qui donnent lieu à des émissions extrêmement faibles de CH₄. Inscrivez cette valeur (nombre de personnes) dans la colonne A.
- 2 Inscrivez dans la colonne B le taux annuel approprié de mise en décharge de DSM dans les SDDS (kg/hab./jour) du tableau 6-1. Si pour votre pays une valeur par défaut n'est pas disponible, choisissez dans le tableau, la valeur par défaut correspondante la plus appropriée. Choisir une valeur par défaut d'un pays dont les pratiques de mise en décharge des déchets et les conditions environnementales dominantes s'apparentent le plus à celles de votre pays. (Cela peut être le pays le plus proche géographiquement).
- 3 Multipliez la valeur de la colonne A par celle de la colonne B. Multipliez le résultat par 365 pour le convertir à partir du taux quotidien afin obtenir la quantité totale annuelle de DSM mise en décharge dans les SDDS. Divisez le total par 10⁶ pour convertir les kg en Gg et inscrivez le résultat dans la colonne C.
- 4 Inscrivez le chiffre de la colonne C dans la colonne A de la feuille de calcul principale (feuille de calcul 6-1).

ETAPE 2 DETERMINATION DES FACTEURS DE CORRECTION DE METHANE

Feuille de calcul 6-1C (Supplémentaire): FACTEUR DE CORRECTION DE METHANE

- 1 Estimez la proportion de déchets (en poids) de chaque type de SDDS pour la quantité totale annuelle de DSM mise en décharge dans les SDDS (c'est-à-dire la valeur de la colonne A de la feuille de calcul 6-1). Une liste de ces sites et de leur description est donnée dans le tableau 6-2.

Inscrivez ces valeurs dans la colonne W de la feuille de calcul 6-1C pour les faire correspondre avec les valeurs x, y et z du tableau 6-2. **[Vérifiez que x+y+z=1]**. Si les valeurs pour x, y et z ne sont pas connues, faites alors l'hypothèse que l'ensemble des déchets est mis en décharge dans des sites non contrôlés, et n'inscrivez pas de valeurs pour x, y ou z. Autrement, inscrivez la valeur par défaut de 1 au bas de la colonne W (comme indiqué au tableau 6-2).

- 2 Inscrivez les facteurs de correction de méthane dans la colonne X pour les sites contrôlés et non contrôlés pour les faire correspondre avec les valeurs a, b et c indiquées au tableau 6-2.

- 3 Multipliez la valeur de la colonne W par celle de la colonne X pour obtenir le poids moyen du FCM pour chaque type de site de décharge de déchets solides. Inscrivez le résultat dans la colonne Y.

Si les valeurs propres au pays ne sont pas disponibles, utilisez les valeurs par défaut proposées dans le tableau 6-2. Si les valeurs pour a, b et c ne sont pas connues, inscrivez la valeur par défaut de 0,6 (tableau 6-2) au bas de la colonne X.

- 4 Additionnez les trois valeurs de la colonne Y pour obtenir la quantité totale moyenne de FCM pour chaque type de SDDS. Inscrivez le résultat au bas de la colonne Y.

Si vous avez utilisé la valeur par défaut de I dans la colonne W et la valeur par défaut du FCM de 0,6, le poids moyen du FCM pour chaque type de SDDS est de $I \times 0,6 = 0,6$. Inscrivez 0,6 au bas de la colonne Z.

Inscrivez la valeur totale du bas de la colonne Y dans la colonne B de la feuille de calcul principale (feuille de calcul 6-1).



TABLEAU 6-1
DONNEES RELATIVES A LA PRODUCTION, LA COMPOSITION ET LA MISE EN DECHARGE PAR PAYS

Région / Pays	Taux de production de DSM (kg/hab/jour)	Fraction de DSM déposé dans les SDDS	Fraction de COD des DSM	Taux de mise en décharge des DSM (kg/hab/jour)
Amérique du Nord			0,18-0,21	
Etats Unis	2,0	0,62		1,24
Canada	1,81	0,75		1,35
Océanie				
Australie	1,26	1,00	0,15	1,26
Nouvelle Zélande	1,33	1,0	0,19	1,33
Royaume Uni / Europe Occidentale / Scandinavie			0,08-0,19	
Royaume-Uni	1,9	0,9	0,10	1,7
Irlande	0,85	1,00		0,85
Autriche	0,92	0,40		0,36
Belgique	1,10	0,43		0,47
Danemark	1,26	0,20		0,25
Finlande	1,70	0,77		1,3
France	1,29	0,46		0,60
Allemagne	0,99	0,66		0,65
Grèce	0,85	0,93		0,79
Italie	0,94	0,88		0,83
Luxembourg	1,34	0,35		0,47
Pays-Bas	1,58	0,67	0,14	1,06
Norvège	1,40	0,75		1,05

Note: Les valeurs du tableau 6-1 représentent les meilleures données dont dispose le Groupe d'experts. Concernant la composition des DSM, il convient de noter, que toutes les valeurs peuvent ne pas refléter des hypothèses identiques (et par conséquent les valeurs de COD correspondantes). Lorsque des données nationales mises à jour sont disponibles et qu'elles correspondent aux définitions utilisées ici, il convient de les utiliser pour la comparaison au lieu des valeurs figurant en tableau 6-1.

Pour les références, voir *Volume 3, manuel de référence*.

TABLEAU 6-1 (SUITE) DONNEES RELATIVES A LA PRODUCTION, LA COMPOSITION ET LA MISE EN DECHARGE DES DECHETS PAR PAYS				
Région / Pays	Taux de production de DSM (kg/hab/jour)	Fraction de DSM mise en décharge dans les SDDS	Fraction de COD des DSM	Taux de mise en décharge des DSM (kg/hab/jour)
Portugal	0,90	0,86		0,78
Espagne	0,99	0,85		0,83
Suède	1,01	0,44		0,44
Suisse	1,10	0,23		0,25
Europe de l'Est				
Pologne			0,15	0,54
Russie	0,93	0,94	0,17	0,87
Asie				
Japon	1,12	0,38		0,43
Inde	0,33	0,6	0,18	0,2
Chine			0,09	0,84
Indonésie			0,17	0,51
Amérique Centrale				
Guatemala			0,13	0,46
Amérique du Sud				
Brésil			0,12	1,47
Pérou			0,15	0,98
Chili			0,18	0,59
Afrique				
Egypte			0,21	0,40
Nigeria			0,11	0,40
Afrique du Sud		1,00		

Note: Les valeurs du tableau 6-1 représentent les meilleures données dont dispose le Groupe d'experts. Concernant la composition des DSM, il convient de noter, que toutes les valeurs peuvent ne pas refléter des hypothèses identiques (et par conséquent les valeurs de COD correspondantes). Lorsque des données nationales mises à jour sont disponibles et qu'elles correspondent aux définitions utilisées ici, il convient de les utiliser pour la comparaison au lieu des valeurs figurant en tableau 6-1.

Pour les références, voir *Volume 3, manuel de référence*.



TABLEAU 6-2
CALCUL DU FACTEUR DE CORRECTION DE METHANE

Type de site	W Proportion de déchets (en poids) dans chaque type de site	X Facteur de correction de méthane (FCM) : valeurs par défaut	Y Facteur de correction de méthane (FCM) : valeur spécifique au pays	Z Poids moyen du FCM pour chaque type de SDDS
				$Z = W \times X$ (ou $W \times Y$)
Contrôlé	x	1,0	a	= x ou (a x x)
Non contrôlé – profond (> ou = 5m de déchets)	y	0,8	b	= 0,8y ou (b x y)
Non géré et peu profond (< 5m de déchets)	z	0,4	c	= 0,4z ou (c x z)
Total	Vérifiez $x+y+z=1$	-	-	Z_{total} (= somme des valeurs dans les cases ombrées ci-dessus)
Valeurs par défaut	1	0,6	-	0,6
<p>Définitions :</p> <p>Un site contrôlé de décharge de déchets solides doit avoir une disposition contrôlée des déchets (c'est-à-dire que les déchets doivent être évacués dans des zones spécifiques de dépôt, un certain contrôle de la récupération et un certain contrôle des feux) et comportera au moins une des installations suivantes : matériau de couverture, compactage mécanique ou nivelage des déchets.</p> <p>Tous les autres sites de décharge de déchets solides qui n'entrent pas dans la catégorie susmentionnée seront définis comme des sites non contrôlés.</p>				

ETAPE 3 ESTIMATION DU TAUX DE PRODUCTION DE METHANE PAR UNITE DE DECHETS

I Estimez la fraction de carbone organique dégradable (COD) dans les déchets solides municipaux (DSM) qui sont mis en décharge dans les SDDS. Ceci peut se faire de la manière suivante :

- en utilisant vos propres données nationales ;
- en procédant à des calculs à partir des connaissances sur la composition des déchets de votre pays, et en utilisant, pour chaque type de déchets, les valeurs par défaut de COD présentées dans le tableau 6-3; ou,
- en utilisant les valeurs par défaut proposées au tableau 6-1.

Utilisez les données locales quand elles sont disponibles et justifiez vos sources le cas échéant.

Flots de déchets	Pourcentage de COD (par poids)
A. Papier et textiles	40
B. Déchets des jardins et parcs, et autres déchets organiques (non alimentaires) putrescibles	17
C. Déchets alimentaires	15
D. Déchets du bois et de la paille ¹	30
¹ Sans lignin C Source: Bingemer and Crutzen, 1987.	

A l'aide des valeurs du tableau 6-3, il est possible de calculer le COD de votre pays à l'aide de l'équation 2.

<p>EQUATION 2</p> <p>Pourcentage de COD (par poids) = 0,4(A) + 0,17(B) + 0,15(C) + 0,30(D)</p>

Où :

- A = pourcentage de DSM du papier et des textiles
- B = pourcentage de DSM des déchets de jardins et de parcs, ou autres déchets non alimentaires putrescibles
- C = pourcentage de DSM alimentaires
- D = pourcentage de DSM provenant du bois ou de la paille

Si les valeurs par défaut du tableau 6-1 sont utilisées, choisissez la valeur par défaut qui se rapproche le plus des conditions de votre pays.



Inscrivez le résultat dans la colonne C de la feuille de calcul principale (feuille de calcul 6.1).

- 2 Inscrivez dans la colonne D la fraction de COD réellement dégradable. C'est la fraction de la quantité totale de COD qui est réellement dégradée dans un site de décharge de déchets. La décomposition du COD n'est jamais tout à fait complète et une partie des matières potentiellement dégradables demeurent toujours dans le site pendant très longtemps encore. La dissimilation est actuellement en cours de révision, mais on peut utiliser la valeur par défaut de 0,77 jusqu'à ce que des informations complémentaires soient disponibles.
- 3 Inscrivez la fraction de carbone dégagée sous forme de méthane dans la colonne E. La valeur par défaut est de 0,5. Si vous disposez de données localement disponibles pour cette fraction, vous devez les utiliser. Dans ce cas, prenez toutefois le soin de citer vos sources si vous le faites.
- 4 Calculez le taux potentiel de production de méthane par unité de déchet en multipliant les valeurs des colonnes C, D et E entre elles par le rapport de conversion figurant dans la colonne F (16/12) qui convertit le carbone en CH₄. Inscrivez le résultat dans la colonne G.
- 5 Calculez le taux de production de méthane (spécifique au pays) obtenu par unité de déchet, en multipliant les valeurs de la colonne B et G entre elles. Inscrivez le résultat dans la colonne H.

ETAPE 4 ESTIMATION DES EMISSIONS ANNUELLES NETTES TOTALES DE METHANE

- 1 Multipliez les valeurs des colonnes A et H pour obtenir la production annuelle brute de méthane. Inscrivez le résultat dans la colonne J.
- 2 Inscrivez la quantité de méthane récupérée par année en gigagrammes de CH₄, soit à travers les torchères soit au moyen de procédés de récupération pour des usages énergétiques. Inscrivez le résultat dans la colonne K.

Aucune donnée par défaut n'est disponible. Utilisez les chiffres disponibles localement pour les quantités récupérées si ceux-ci sont connus. Dans ce cas, prenez le soin de citer vos sources si vous le faites.

Des détails supplémentaires sur les facteurs à prendre en compte et sur les manières de calculer le méthane oxydé par torchères ou par usage sont donnés dans le *manuel de référence*.

- 3 Soustrayez les valeurs de la colonne K des valeurs de la colonne J afin d'obtenir la production de méthane annuelle nette. Inscrivez le résultat dans la colonne L.
- 4 Inscrivez la valeur un moins le facteur de correction du méthane oxydé dans la colonne M. (La valeur par défaut est 1-0=1).
- 5 Multipliez les valeurs des colonnes L et M pour obtenir les émissions annuelles nettes de méthane. Inscrivez le résultat en gigagrammes de CH₄ dans la colonne N.

FACTEUR DE CORRECTION DE METHANE

La valeur 0 est donnée comme facteur de correction du méthane oxydé. Cette valeur pourrait changer dans les versions futures du manuel de façon à tenir compte des nouvelles données issues de l'amélioration de la compréhension des effets de l'oxydation du CH₄ dans les sites de mise en décharge de déchets.