

CHAPITRE 6

TRAITEMENT ET REJET DES EAUX USEES

Auteurs

Michiel R. J. Doorn (Pays-Bas), Sirintornthep Towprayoon (Thaïlande), Sonia Maria Manso Vieira (Brésil),

William Irving (Etats-Unis), Craig Palmer (Canada), Riitta Pipatti (Finlande) et Can Wang (Chine)

Tableau des matières

6	Traitement et rejet des eaux usées	
6.1	Introduction	6
6.1.1	Changements En Comparaison Aux <i>Lignes Directrices De 1996</i> Et Aux <i>Recommandations En Matière De Bonnes Pratiques</i>	9
6.2	Emissions De Méthane Des Eaux Usées	9
6.2.1	Questions Méthodologiques	9
6.2.2	Eaux Usées Domestiques	11
6.2.3	Eaux Usées Industrielles	19
6.3	Emissions D'oxyde Nitreux Issues Des Eaux Usées	26
6.3.1	Questions Méthodologiques	26
6.3.2	Cohérence Des Séries Temporelles	28
6.3.3	Incertitudes	28
6.3.4	Aq/Cq, Exhaustivité, Établissement Des Rapports Et Documentation	29

Équations

Équation 6.1 Emissions totales de CH ₄ provenant des eaux usées domestiques.....	12
Équation 6.2 Facteur d'émission de CH ₄ pour la voie ou système de traitement et/ou d'élimination des eaux usées domestiques.....	13
Équation 6.3 Total de matières biodégradables dans les eaux usées domestiques.....	14
Équation 6.4 Emissions totales de CH ₄ provenant des eaux usées industrielles.....	21
Équation 6.5 Facteur d'émission du CH ₄ pour les eaux usées industrielles.....	22
Équation 6.6 Matières biodégradables dans les eaux usées industrielles.....	23
Équation 6.7 Émissions de N ₂ O issues de l'effluent d'eaux usées.....	27
Équation 6.8 Total d'azote dans l'effluent.....	27

Figures

Figure 6.1	Systèmes d'épuration et voies d'évacuation des eaux usées.....	7
Figure 6.2	Arbre décisionnel pour les émissions de CH ₄ provenant des eaux usées domestiques.....	11
Figure 6.3	Arbre décisionnel pour les émissions de CH ₄ provenant du traitement des eaux usées industrielles.....	20

Tableaux

Tableau 6.1	Potentiel d'émission de CH ₄ et de N ₂ O pour les systèmes d'épuration et de rejet des eaux usées et des boues	8
Tableau 6.2	Capacité maximum de production (Bo) par défaut du CH ₄ pour les eaux usées domestiques	13
Tableau 6.3	Valeurs MCF par défaut pour les eaux usées domestiques	14
Tableau 6.4	Estimation des valeurs BOD ₅ des eaux usées domestiques pour quelques régions et pays	15
Tableau 6.5	Valeurs pour l'urbanisation (U) et degré d'utilisation de la méthode de traitement ou de la voie d'évacuation (T _{ij}) pour chaque classe de revenu de quelques pays	16
Tableau 6.6	Exemple d'application de valeurs par défaut pour les niveaux d'utilisation du traitement (T) par classe de revenus	17
Tableau 6.7	Gammes d'incertitude par défaut pour les eaux usées domestiques	18
Tableau 6.8	Valeurs MCF par défaut pour les eaux usées industrielles	22
Tableau 6.9	Exemples de données sur les eaux usées industrielles	24
Tableau 6.10	Gammes d'incertitude par défaut pour les eaux usées industrielles	25
Tableau 6.11	Données par défaut de la méthodologie N ₂ O	29

Encadrés

Encadré 6.1	Sous-catégorie - Emissions d'installations centralisées et avancées de traitement des eaux usées	28
-------------	--	----

6 TRAITEMENT ET REJET DES EAUX USEES

6.1 INTRODUCTION

Les eaux usées peuvent être une source de méthane (CH₄) lorsqu'elles sont traitées ou éliminées de façon anaérobie, comme elles peuvent être source d'émissions d'oxyde nitreux (N₂O). Les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) provenant des eaux usées ne sont pas traitées dans les *Lignes directrices du GIEC* car elle sont d'origine biogène et ne devraient pas être incluses dans les émissions totales nationales. Les eaux usées proviennent de nombreuses sources domestiques, commerciales et industrielles. Elles peuvent être traitées sur place (non collectées), conduites par des égouts vers une station d'épuration (collectées) ou rejetées, sans être traitées, dans le voisinage ou par le biais d'un déversoir. Les eaux usées domestiques sont définies comme étant les eaux usagées des ménages tandis que les eaux usées industrielles sont celles provenant de l'utilisation industrielle uniquement.¹ Les systèmes d'épuration et d'évacuation des eaux usées peuvent différer sensiblement d'un pays à un autre. En outre, les systèmes d'épuration et de rejet peuvent être différents selon que l'utilisateur vit en zone rurale ou urbaine et selon les revenus des ménages urbains.

Les égouts peuvent être fermés ou ouverts. Dans les zones urbaines de certains pays développés et de pays en développement, les systèmes d'égouts peuvent consister en réseaux de canaux à ciel ouvert, de caniveaux et de fossés que l'on qualifie communément d'égouts à ciel ouvert. Dans nombre de pays développés, et dans les zones urbaines aisées d'autres pays, les égouts sont généralement fermés et enterrés. Les eaux usées, dans des égouts fermés et enterrés, ne semblent pas constituer une grande source d'émission de CH₄. En revanche, on ne peut dire la même chose des eaux usées passant dans des égouts ouverts car ces eaux sont soumises au réchauffement par le soleil et lorsqu'elles stagnent dans les égouts, elles peuvent favoriser les conditions anaérobies et produire du CH₄. (Doorn *et al.*, 1997).

Les méthodes de traitement des eaux usées les plus largement utilisées, dans les pays développés, sont les stations centralisées de traitement anaérobie des eaux usées ainsi que le recours aux lagunes pour le rejet des eaux usées domestiques et industrielles. Pour ne pas verser des droits de rejet élevés ou pour se conformer aux règlements en vigueur, les grands complexes industriels procèdent au prétraitement de leurs eaux usées avant de les évacuer dans le réseau d'assainissement. Les eaux usées domestiques peuvent être également traitées dans des systèmes de fosses septiques sur place. Il existe des systèmes avancés capables de traiter les eaux usées de plusieurs ménages en même temps. Ils se composent d'un réservoir souterrain anaérobie et d'un terrain de drainage pour le traitement des effluents qui s'échappent du réservoir. Certains pays développés continuent à évacuer les eaux usées non traitées, par le biais d'un déversoir ou d'une canalisation, vers un plan d'eau (ex. : la mer).

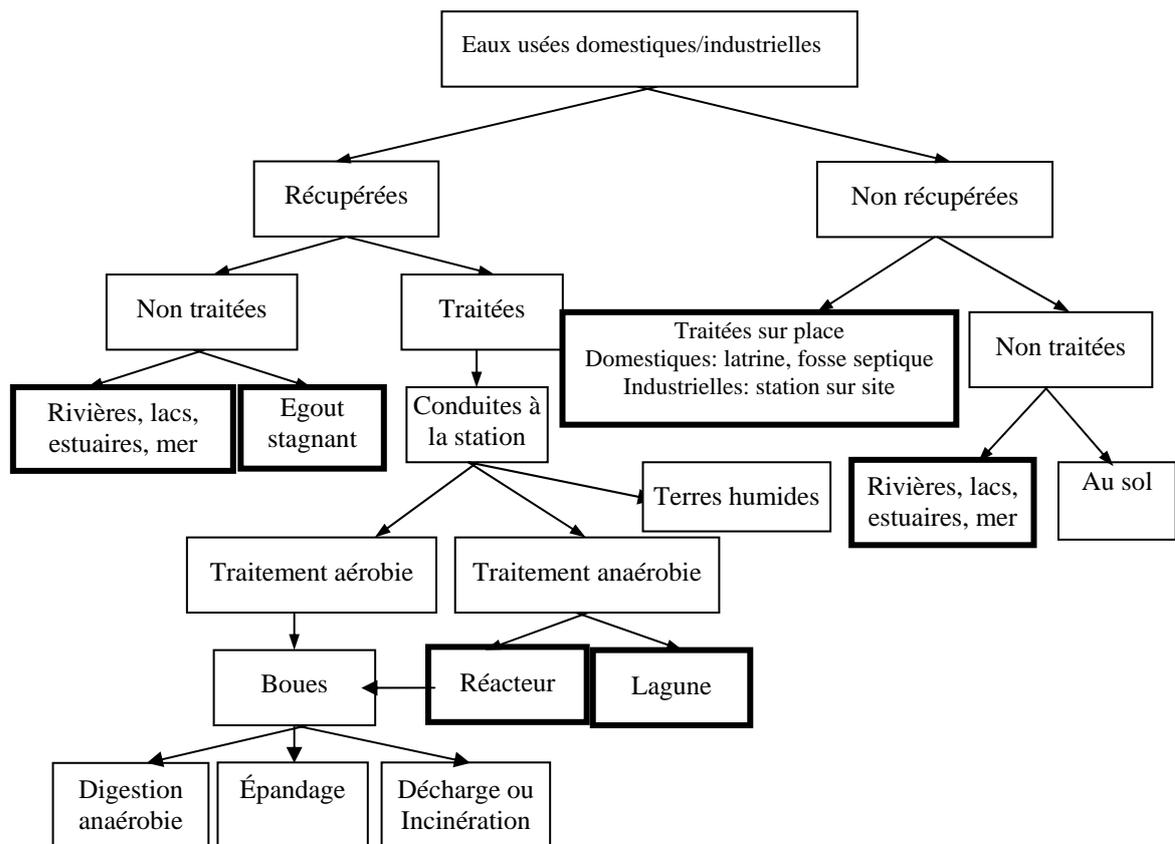
Les eaux usées sont traitées à des degrés variés dans la plupart des pays en développement. Dans certains cas, des eaux usées industrielles sont déversées directement dans des plans d'eau alors que certains grands complexes industriels sont dotés de stations de traitement complètes. Les eaux usées domestiques sont traitées dans des stations d'épuration centralisées, dans des latrines à fosse, des fosses septiques ou tout simplement évacuées, à travers des égouts ouverts ou fermés, dans lagunes ou cours d'eau non traités. Dans certaines villes côtières, les eaux usées domestiques sont déversées directement dans la mer. Les latrines à fosse sont des trous alignés ou pas de plusieurs mètres de profondeur ; certaines sont dotées de cabinets d'aisance. La Figure 6.1 montre différentes approches de traitement et de rejet des eaux usées.

On peut classer les méthodes centralisées de traitement des eaux usées en méthodes de traitement primaire, secondaire et tertiaire. Dans le traitement primaire, des barrières physiques éliminent les gros déchets solides des eaux usées. Les particules restantes sont ensuite laissées se tasser. Le traitement secondaire est une combinaison de processus biologiques qui favorisent la biodégradation par des microorganismes. Ce peut être des plans d'eau temporaires à stabilisation aérobie, des filtres biologiques, des procédés de traitement par les boues activées ainsi que des réacteurs aérobies et des étangs de stabilisation. Les procédés de traitement tertiaire sont utilisés pour mieux purifier les eaux usées d'organismes pathogènes, de contaminants et des éléments nutritifs restants tels que les composés de l'azote et du phosphore. Ces résultats sont obtenus en utilisant un ou plusieurs processus pouvant inclure des étangs de finition/lagunes tertiaires, des procédés biologiques, la filtration avancée, l'adsorption par le carbone, l'échange d'ions et la désinfection.

¹ Puisque la méthodologie est fondée sur une base individuelle, les émissions provenant d'eaux usées commerciales sont estimées avec les eaux usées domestiques. L'expression 'eaux usées municipales' n'est pas utilisée dans ce texte afin d'éviter tout risque de confusion. Les eaux usées municipales sont un mélange d'eaux usées domestiques, commerciales et industrielles non dangereuses, traitées dans les stations d'assainissement.

Des boues sont produites à toute l'étape primaire, secondaire et tertiaire du traitement. Les boues provenant du traitement primaire consistent en matériaux solides enlevés des eaux usées et ne sont pas comptabilisées dans cette catégorie. Les boues produites dans les traitements secondaire et tertiaire sont dues à la croissance biologique constatée dans la biomasse ainsi qu'à l'accumulation de petites particules. Ces boues doivent être soumises à un traitement poussé avant d'être évacuées. Parmi les méthodes utilisées pour traiter les boues, on citera la stabilisation aérobie et anaérobie (digestion), le conditionnement, la centrifugation, le compostage et le dessèchement. L'épandage des boues d'épuration, le compostage et l'incinération des boues sont traités à la Section 2.3.2. du Chapitre 2 « Production, composition et données de gestion des déchets » à la Section 3.2 du Chapitre 3 « Élimination des déchets solides », à la Section 4.1 du Chapitre 4 « Traitement biologique des déchets solides » et au Chapitre 5 « Incinération et combustion à l'air libre des déchets » du Volume 5, respectivement. Certaines boues sont incinérées avant l'épandage. Les émissions de N_2O provenant des boues et des eaux usées, éparsées sur des terres agricoles, sont traitées à la Section 11.2 du Chapitre 11 intitulée « Emissions de N_2O des sols gérés » et à la section « Emissions de CO_2 et Application de la chaux et de l'urée » du Volume 4 (AFAT).

Figure 6.1 Systèmes d'épuration et voies d'évacuation des eaux usées



Note: Les émissions figurant dans les boîtes en contours foncés sont prises en compte dans le présent chapitre.

Méthane (CH_4)

Les eaux usées et leurs composantes boueuses peuvent produire du CH_4 si elles se dégradent de façon anaérobie. Le volume de CH_4 ainsi produit dépend principalement de la quantité de matières biodégradables dans les eaux usées, de la température et du système d'épuration. Le taux de production du CH_4 augmente avec la hausse de la température. Ceci est particulièrement important dans les systèmes non réglementés et dans les climats chauds. Dans des températures inférieures à $15^\circ C$, la production de CH_4 est insignifiante car les méthanobactéries ne sont pas actives et la lagune servira essentiellement de décanteur. Toutefois, si la température augmente dépasse le seuil de $15^\circ C$, la production de CH_4 reprendra.

Le principal facteur servant à déterminer le potentiel de production du CH_4 des eaux usées est le volume de matières biodégradables dans les eaux usées. Divers paramètres sont utilisés pour mesurer la composante organique des eaux usées, dont la demande biochimique en oxygène (BOD) et la demande chimique en oxygène

(DCO). Dans les mêmes conditions, les eaux usées à haute teneur en DCO ou en BOD, produiront davantage de CH_4 que des eaux usées à faible teneur en DCO (ou BOD).

La concentration BOD n'indique que le volume de carbone qui se dégrade de façon aérobie. La mesure standard de la BOD est un test de 5 jours appelé BOD_5 . Le terme 'BOD' dans ce chapitre renvoie au BOD_5 . Le DCO mesure le total de matériau disponible pour oxydation (biodégradable et non biodégradable)². Comme la BOD est un paramètre aérobie, elle n'est probablement pas la méthode de choix pour déterminer les composants organiques des milieux anaérobies. De même, tant le type d'eaux usées que le type de bactéries présentes dans les eaux usées influent sur leur teneur en BOD. Habituellement, la BOD est plus fréquemment signalée dans les eaux usées domestiques, tandis que la DCO est utilisée principalement pour les eaux usées industrielles.

Oxyde nitreux (N_2O)

L'oxyde nitreux (N_2O) est associé à la dégradation des composants de l'azote dans les eaux usées (ex. : urée, nitrate et protéine). Les eaux usées domestiques comprennent les rejets humains mélangés à d'autres eaux usées domestiques, et pouvant comprendre les effluents des douches, des lavabos, des machines à laver, etc. Les systèmes centralisés d'épuration des eaux usées peuvent inclure divers processus allant du lagunage aux technologies avancées de traitement tertiaire pour l'enlèvement des composés de l'azote. Après épuration, l'effluent traité est ensuite rejeté dans un milieu hydrique récepteur (ex. : rivière, lac, estuaire, etc.). Des émissions directes de N_2O pourraient être produites pendant la nitrification et la dénitrification de l'azote présent. Ces deux procédés peuvent avoir lieu sur la station d'épuration et dans le plan d'eau récepteur de l'effluent. La nitrification est un procédé aérobie qui convertit le composé ammoniacal et d'autres composés de l'azote en nitrate (NO_3^-), alors que la dénitrification se produit dans des conditions anoxiques (sans oxygène libre) et consiste en la bioconversion du nitrate en monoxyde de diazote (N_2). L'oxyde nitreux peut être un produit intermédiaire de ces deux processus quoique souvent associé à la dénitrification.

Systèmes d'épuration et de rejet et potentiel de production de CH_4 et de N_2O

Les systèmes d'épuration ou les voies de rejet qui alimentent les environnements anaérobies produisent, en général, du CH_4 tandis que les systèmes qui alimentent les environnements aérobies produisent, en principe, peu ou pas de CH_4 du tout. Par exemple, pour les lagunes sans mélange ni aération, leur profondeur est déterminante pour la production de CH_4 . Les lagunes superficielles, de moins de 1 mètre de profondeur, fournissent des conditions aérobies avec une production de CH_4 insignifiante ou nulle. Les lagunes de plus de 2-3 mètres de profondeur favorisent des environnements anaérobies et une production substantielle de CH_4 .

Le Tableau 6.1 ci-dessous présente les principaux systèmes d'épuration et de rejet des eaux usées dans des pays développés et des pays en développement ainsi que leur potentiels respectifs d'émission de CH_4 et de N_2O .

TABLEAU 6.1			
POTENTIEL D'ÉMISSION DE CH_4 ET DE N_2O POUR LES SYSTÈMES D'ÉPURATION ET DE REJET DES EAUX USÉES ET DES BOUES			
Types de traitement et de rejet			Potentiels d'émission de CH_4 et de N_2O
Récupérées	Non traitées	Débit fluvial	Rivières et lacs stagnants, pauvres en oxygène peuvent favoriser la décomposition anaérobie pour produire du CH_4 . Les rivières, les lacs et les estuaires sont des sources possibles de N_2O .
		Égouts (fermés et souterrains)	Ne sont pas une source de $\text{CH}_4/\text{N}_2\text{O}$.
		Égouts (à ciel ouvert)	Les égouts ouverts et les fossés/canaux stagnants et saturés sont des sources importantes de CH_4 .
Traitées	Traitement aérobie	Stations d'épuration aérobie des eaux usées	Peuvent produire un volume limité de CH_4 de poches anaérobies. Les systèmes de traitement mal conçus ou mal gérés produisent du CH_4 . Des stations sophistiquées avec capacité d'élimination de nutriments (nitrification et dénitrification) sont des sources, mineures mais spécifiques, de N_2O .

² Dans ces lignes directrices, la DCO renvoie à la demande en oxygène chimique mesurée à l'aide de la méthode au bichromate. (Association américaine de la santé publique, Association américaine des travaux hydrauliques et *Water Environment Federation*, 1998)

TABLEAU 6.1
POTENTIEL D'ÉMISSION DE CH₄ ET DE N₂O POUR LES SYSTEMES D'ÉPURATION ET DE REJET DES EAUX USEES ET DES BOUES

		Traitement anaérobie des boues dans des stations centralisées d'épuration aérobie des eaux usées	Les boues peuvent être une source importante de CH ₄ si le CH ₄ émis n'est ni récupéré ni brûlé à la torche.
		Plans d'eau temporaires superficiels en conditions aérobies	Source improbable de CH ₄ /N ₂ O. Les systèmes de traitement mal conçus ou mal gérés produisent du CH ₄ .
		Lagunes anaérobies	Source possible de CH ₄ . N'est pas une source de N ₂ O.
		Réacteurs anaérobies	Peuvent être une source importante de CH ₄ si le CH ₄ émis n'est ni récupéré ni brûlé à la torche.
Non récupérées	Fosses septiques	L'évacuation fréquente de matériaux solides réduit la production de CH ₄ .	
	Fosses à ciel ouvert/Latrines	Les fosses/latrines peuvent produire du CH ₄ si la température et la durée de rétention sont favorables.	
	Débit fluvial	Voir ci-dessus.	

6.1.1 Changements en comparaison aux *Lignes directrices de 1996* et aux *Recommandations en matière de bonnes pratiques*

Les *Lignes directrices 1996 révisées du GIEC (Lignes directrices 1996, GIEC, 1997)* proposaient des équations spécifiques pour estimer les émissions issues d'eaux usées et de boues retirées d'eaux usées. La distinction a été éliminée car les capacités de production du CH₄ des boues et des eaux usées, contenant des matières organiques dissoutes, sont généralement les mêmes, ce qui ne justifie plus la formulation d'équations séparées. Les *Lignes directrices de 2006* ajoutent une nouvelle section pour estimer les émissions de CH₄ d'eaux usées non récupérées. Des orientations ont été également fournies afin d'estimer les émissions de N₂O provenant de stations sophistiquées d'épuration d'eaux usées. En outre, la section consacrée aux eaux usées industrielles a été simplifiée en suggérant de n'en traiter que les principales sources (voir la Section 6.2.3).

6.2 EMISSIONS DE METHANE DES EAUX USEES

6.2.1 Questions méthodologiques

Les émissions sont fonction du volume de déchets organiques produits et d'un facteur d'émission expliquant à quel degré ces déchets produisent du CH₄.

Des méthodes à trois Niveaux, pour le CH₄ relevant de cette catégorie, sont expliquées ici:

La méthode de niveau 1 applique des valeurs par défaut pour le facteur d'émission et les paramètres d'activité. Cette méthode est considérée comme une *bonne pratique* pour les pays disposant de données limitées.

La méthode de niveau 2 suit la méthode de niveau 1 mais permet d'incorporer un facteur d'émission et des données d'activité propres au pays concerné. A titre d'illustration, on peut incorporer un facteur d'émission spécifique pour un grand système d'épuration, basé sur des mesures sur le terrain. Le volume des boues enlevées pour l'incinération, les décharges et les terres agricoles devrait être pris en ligne de compte.

S'agissant des pays disposant de bonnes données et de méthodologies avancées, on pourrait y appliquer une méthode propre au pays comme méthode de Niveau 3. On pourrait élaborer une méthode de pays encore plus avancée en se basant sur les données des grandes stations de traitement des eaux usées.

Les stations d'épuration des eaux usées peuvent inclure les étapes du processus anaérobie. Le CH₄ produit dans ces stations peut être récupéré puis brûlé à la torche ou à l'aide d'un dispositif énergétique. Le volume de CH₄, brûlé à la torche ou récupéré à des fins de valorisation énergétique, doit être ensuite soustrait du total des émissions à l'aide d'un paramètre spécifique de récupération de CH₄. Le volume de CH₄ ainsi récupéré est exprimé par R dans l'équation 6.1.

On notera que seuls quelques pays disposent de données d'enlèvement des boues et de données de récupération du CH₄. La valeur par défaut pour l'enlèvement des boues est zéro. La valeur par défaut pour la récupération du CH₄ est zéro. Si un pays choisit de rendre compte du CH₄ récupéré, les *bonnes pratiques* recommandent de distinguer entre le brûlage à la torche et la récupération du CH₄ à des fins de valorisation énergétique, laquelle doit être communiquée dans le Secteur « Energie » en veillant à ne pas compter deux fois les émissions issues du brûlage à la torche et de l'énergie utilisée.

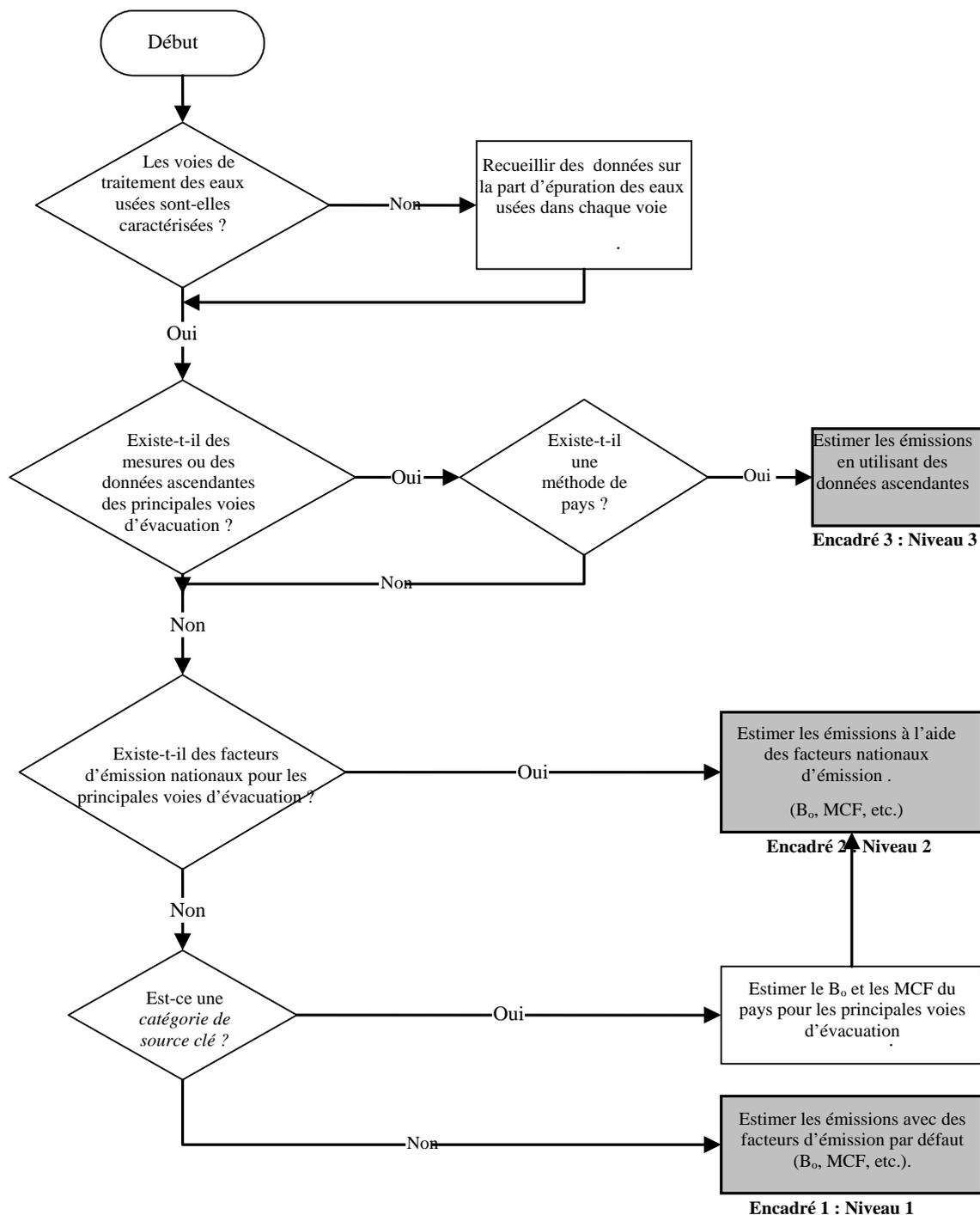
Les émissions issues du brûlage à la torche sont insignifiantes car les émissions de CO₂ sont d'origine biogène et les émissions de CH₄ et de N₂O sont tellement négligeables que les *bonnes pratiques* dans le Secteur des Déchets ne demandent même pas d'en estimer le volume. Cependant, si l'on choisit de les estimer, il faudra alors les communiquer sous le Secteur des Déchets. Une étude plus détaillée des émissions provenant du brûlage à la torche et des informations plus détaillées sont fournies au Chapitre 4.2 du Volume 2 «Energie ». Les émissions provenant du brûlage à la torche ne sont pas traitées au Niveau 1.

6.2.2 Eaux usées domestiques

6.2.2.1 CHOIX DE LA METHODE

On trouvera à la Figure 6.2 ci-dessous un arbre décisionnel pour les eaux usées domestiques.

Figure 6.2 Arbre décisionnel pour les émissions de CH₄ provenant des eaux usées domestiques



1. Voir Volume 1 Chapitre 4, "Choix méthodologique et identification des catégories de source clés" (noter la Section 4.1.2 sur les ressources limitées) pour en savoir plus sur les catégories de source clés et les arbres décisionnels.

Les *bonnes pratiques* en matière de préparation d'inventaire pour le CH₄ des eaux usées domestiques recommandent les étapes suivantes:

Étape 1: Utiliser l'Équation 6.3 pour estimer le carbone total biodégradable dans les eaux usées (TOW).

Étape 2: Sélectionner la voie et les systèmes (voir Figure 6.1) sur la base des données d'activité de pays. Utiliser l'Équation 6.2 pour obtenir le facteur d'émission pour chaque processus ou système d'épuration ou de rejet des eaux usées domestiques.

Étape 3: Utiliser l'Équation 6.1 pour estimer les émissions, ajuster en cas d'enlèvement de boues et/ou récupération de CH₄ puis additionner les résultats pour chaque voie ou système.

Comme décrit plus haut, la caractérisation des eaux usées déterminera la fraction d'eaux usées traitée ou rejetée par un système donné. Pour identifier l'utilisation de chaque type de traitement ou système de rejet, les *bonnes pratiques* recommandent de se reporter aux statistiques nationales (ex.: celles des autorités de régulation). Si ces données font défaut, les associations d'installations de traitement des eaux usées ou les organisations internationales telles que Organisation mondiale de la santé (OMS) pourraient disposer de données sur le système utilisé.

Si non, on pourrait consulter des experts en assainissement ou appliquer des jugements d'experts (voir Chapitre 2 « Méthodes de collecte des données », Volume 1). Les statistiques d'urbanisation pourraient fournir des outils fort utiles (ex. : taille des villes et répartition des revenus).

Si la séparation des boues est pratiquée et que des statistiques fiables existent, cette catégorie devrait être alors séparée et qualifiée de sous-catégorie. Si des facteurs par défaut sont utilisés, les émissions provenant des eaux usées et des boues doivent être estimées ensemble. Quelle que soit la manière dont les boues sont traitées, il est important de veiller à ce que les émissions de CH₄ provenant des boues, transférées aux décharges, incinérées ou utilisées dans l'agriculture, ne soient pas incluses dans la catégorie du traitement et du rejet des eaux usées. Si des données d'enlèvement des boues existent, elles doivent être cohérentes sur tous les secteurs, et les catégories ; les volumes déposés au niveau des SEDS, appliqués aux terres agricoles, incinérés ou affectés à d'autres utilisations, doivent être égaux au volume de composants organiques enlevés au titre de boues dans l'Équation 6.1. Les eaux usées et les boues appliquées aux terres agricoles doivent être traitées à la Section 11.2 « Emissions de N₂O des sols gérés » du Chapitre 11 intitulé « Emissions des sols gérés et émissions de CO₂ dues à l'application de la chaux et de l'urée » du Volume 4 « Secteur AFAT ».

L'utilisation du système d'épuration/voie d'évacuation souvent diffère pour les habitants des zones urbaines et ceux des zones rurales. De plus, dans les pays en développement, on peut relever des différences entre résidents à revenus élevés et ceux à bas revenus. C'est pourquoi un facteur U a été introduit afin d'exprimer chaque fraction par classe de revenus. Les *bonnes pratiques* recommandent de traiter les trois catégories suivantes séparément: population rurale, population urbaine à revenus élevés et population urbaine à bas revenus. On pourrait utiliser, pour ce faire, un tableur comme proposé au Tableau 6.5 ci-dessous.

L'équation générale pour estimer les émissions de CH₄ provenant des eaux usées domestiques est comme suit:

ÉQUATION 6.1
EMISSIONS TOTALES DE CH₄ PROVENANT DES EAUX USEES DOMESTIQUES

$$Emissions\ CH_4 = \left[\sum_{i,j} (U_i \cdot T_{i,j} \cdot EF_j) \right] (TOW - S) - R$$

Où:

Émissions CH₄ = émissions de CH₄ de l'année d'inventaire, kg CH₄/an

TOW = total des matières organiques dans les eaux usées de l'année d'inventaire, kg BOD/an

S = composant organique enlevé comme boue dans l'année d'inventaire, kg BOD/an

U_i = fraction de population par groupe de revenus *i* dans l'année d'inventaire (Cf. Tableau 6.5.)

T_{i,j} = degré d'utilisation de la voie ou du système de traitement et/ou d'élimination, *j*, pour chaque fraction de groupe par revenus *i* dans l'année d'inventaire (Cf. Tableau 6.5.)

- i = classe de revenu: rurale, urbaine à revenu élevé et urbaine à bas revenu
- j = chaque voie ou système de traitement et/ou d'élimination
- EF_j = facteur d'émission, kg CH₄ / kg BOD
- R = volume de CH₄ récupéré dans l'année d'inventaire, kg CH₄/an

6.2.2.2 CHOIX DE FACTEURS D'EMISSION

Le facteur d'émission pour un système ou voie de traitement et/ou d'élimination des eaux usées (borniers à cadre en gras à la Figure 6.1) est fonction du potentiel maximum de production de CH₄ (B_o) et du coefficient de correction du méthane (MCF) du système de traitement et de rejet des eaux usées, comme on peut le voir à l'Équation 6.2. Le B_o est le volume maximal de CH₄ pouvant être produit par une quantité donnée de matières organiques (exprimé en BOD ou en DCO) contenues dans les eaux usées. Le MCF indique dans quelle mesure la capacité de production (B_o) de CH₄ est réalisée dans chaque type de système de traitement et de voie d'élimination. Autrement dit, le MCF indique dans quelle mesure le système est anaérobie.

ÉQUATION 6.2
FACTEUR D'EMISSION DE CH₄
POUR LA VOIE OU SYSTEME DE TRAITEMENT ET/OU D'ELIMINATION DES EAUX USEES
DOMESTIQUES

$$EF_j = B_o \cdot MCF_j$$

Où:

- EF_j = facteur d'émission, kg CH₄/kg BOD
- j = chaque voie ou système de traitement et/ou d'élimination
- B_o = capacité maximale de production de CH₄, kg CH₄/kg BOD
- MCF_j = coefficient de correction du méthane (fraction), voir Tableau 6.3.

Les bonnes pratiques recommandent d'utiliser des données de pays pour B_o, si elles existent, exprimées en termes de kg CH₄/kg BOD enlevé de sorte que ces données concordent avec les données d'activité. En l'absence de données de pays, une valeur par défaut (0,6 kg CH₄/kg BOD) peut être utilisée. Pour ce qui est des eaux usées domestiques, une valeur B_o basée sur la DCO peut être convertie en valeur à base de BOD en multipliant par un facteur de 2,4. Le Tableau 6.2 contient une capacité maximale de production (B_o) par défaut de CH₄ pour les eaux usées domestiques.

TABLEAU 6.2 CAPACITE MAXIMUM DE PRODUCTION (B _o) PAR DEFAUT DU CH ₄ POUR LES EAUX USEES DOMESTIQUES
0,6 kg CH ₄ /kg BOD
0,25 kg CH ₄ /kg DCO
Sur la base de jugement d'expert par les auteurs et sur Doorn <i>et al.</i> , (1997)

Le Tableau 6.3 contient des valeurs MCF par défaut.

TABLEAU 6.3			
VALEURS MCF PAR DEFAUT POUR LES EAUX USEES DOMESTIQUES			
Type de traitement et voie ou système d'élimination	Observations	MCF ¹	Gamme
Système non traité			
Rejet en mer, rivière ou dans un lac	Les rivières à forte charge organique peuvent devenir anaérobies.	0,1	0 – 0,2
Égout stagnant	Ouvert et chaud	0,5	0,4 – 0,8
Égout en écoulement (ouvert ou fermé)	Rapide, propre (volumes insignifiants de CH ₄ des stations de pompage, etc.)	0	0
Système traité			
Installation centrale de traitement aérobie	Doit être bien gérée. Une certaine quantité de CH ₄ peut être libérée des décanteurs ou d'autres poches.	0	0 – 0,1
Installation centrale de traitement aérobie	Mal gérée ; saturée	0,3	0,2 – 0,4
Méthaniseur de boues	La récupération du CH ₄ n'est pas envisagée ici.	0,8	0,8 – 1,0
Réacteur anaérobie	La récupération du CH ₄ n'est pas envisagée ici.	0,8	0,8 – 1,0
Étang d'épuration peu profond et anaérobie	Profondeur de moins de 2 mètres ; recourir au jugement d'expert.	0,2	0 – 0,3
Étang d'épuration profond avec conditions anaérobies	Profondeur de plus de 2 mètres	0,8	0,8 – 1,0
Système septique	La moitié de la BOD s'installe dans le réservoir anaérobie.	0,5	0,5
Latrine	Climat sec, nappe phréatique plus profonde que la latrine, famille réduite (3-5 personnes)	0,1	0,05 – 0,15
Latrine	Climat sec, nappe phréatique plus profonde que la latrine, collective (nombreux utilisateurs)	0,5	0,4 – 0,6
Latrine	Climat humide/eau d'entraînement, nappe phréatique moins profonde que la latrine	0,7	0,7 – 1,0
Latrine	Enlèvement régulier de sédiment pour engrais	0,1	0,1

¹ Basé sur le jugement d'expert par les auteurs principaux de cette section.

6.2.2.3 CHOIX DES DONNEES D'ACTIVITE

Les données d'activité pour cette catégorie source est le volume global de matières biodégradables contenu dans les eaux usées (TOW). Ce paramètre est fonction de la population humaine et de la production de BOD par personne. Il est exprimé en termes de demande biochimique en oxygène (kg BOD/an). L'équation pour TOW est:

<p>ÉQUATION 6.3</p> <p>TOTAL DE MATIERES BIODEGRADABLES DANS LES EAUX USEES DOMESTIQUES</p> $TOW = P \bullet BOD \bullet 0,001 \bullet I \bullet 365$

Où:

TOW	=	total de matières organiques des eaux usées dans l'année d'inventaire, kg BOD/an
P	=	population nationale dans l'année d'inventaire, (personne)
BOD	=	BOD par habitant par pays dans l'année d'inventaire, g/personne/jour, Voir Tableau 6.4.
0,001	=	conversion de grammes BOD en kg BOD
I	=	coefficient de correction pour toute autre BOD industrielle supplémentaire rejetée dans les égouts (pour les eaux usées collectées, la valeur par défaut est de 1,25 ; elle est de 1,00 pour les eaux non collectées)

Les valeurs du facteur *I* dans l'Équation 6.3 sont basées sur un jugement d'expert émis par les auteurs. L'équation exprime la BOD des industries et établissements (ex.: restaurants, boucheries épiceries, etc...) qui est évacuée avec les eaux usées domestiques. Certains pays délivrent des permis de rejets industriels contenant des informations de natures à améliorer *I*. Sinon, il est recommandé de recourir au jugement d'expert. Les statistiques démographiques devraient être accessibles au niveau des agences nationales et internationales de statistiques (ex.: statistiques des Nations Unies, voir <http://esa.un.org/unpp/>). Le Tableau 6.4 contient des valeurs BOD par défaut pour certains pays. Les *bonnes pratiques* recommandent de choisir une valeur BOD par défaut d'un pays voisin comparable s'il n'existe pas de données pour le pays concerné. Le niveau d'urbanisation d'un pays peut être établi auprès de diverses sources (ex.: Rapport sur l'avenir de l'environnement mondial, Programme des Nations Unies pour l'environnement et les Indicateurs de développement dans le monde, Organisation mondiale de la santé). Les fractions urbaines à revenus élevés et à bas revenus peuvent être déterminées par un jugement d'expert en l'absence de statistiques ou d'autres données comparables. Le Tableau 6.5 comprend les valeurs par défaut de U_i et de $T_{i,j}$ pour une série de pays.

TABLEAU 6.4			
ESTIMATION DES VALEURS BOD ₅ DES EAUX USEES DOMESTIQUES POUR QUELQUES REGIONS ET PAYS			
Pays/Région	BOD ₅ (g/personne/jour)	Gamme	Référence
Afrique	37	35 – 45	1
Egypte	34	27 – 41	1
Asie, Moyen Orient, Amérique latine	40	35 – 45	1
Inde	34	27 – 41	1
Cisjordanie et Bande de Gaza (Palestine)	50	32 – 68	1
Japon	42	40 – 45	1
Brésil	50	45 – 55	2
Canada, Europe, Russie, Océanie	60	50 – 70	1
Danemark	62	55 – 68	1
Allemagne	62	55 – 68	1
Grèce	57	55 – 60	1
Italie	60	49 – 60	3
Suède	75	68 – 82	1
Turquie	38	27 – 50	1
États-Unis	85	50 – 120	4

Note: Ces valeurs se basent sur une évaluation de la littérature. Veuillez utiliser les valeurs nationales si elles existent.

Référence:

1. Doorn & Liles (1999).
2. Feachem *et al.* (1983).
3. Masotti (1996).
4. Metcalf & Eddy (2003).

TABLEAU 6.5																		
VALEURS POUR L'URBANISATION (U) ET DEGRE D'UTILISATION DE LA METHODE DE TRAITEMENT OU DE VOIE D'EVACUATION (T _{ij}) POUR CHAQUE CLASSE DE REVENU DE QUELQUES PAYS																		
Pays	Urbanisation(U) ¹			Degre d'utilisation de la méthode de traitement ou de voie d'évacuation pour chaque classe de revenu (T _{ij}) ³														
	Fraction de population			U=pop. rurales					U= pop. urbaine à revenus élevés					U=pop. urbaine à bas revenus				
	Rural	urb-élevé ²	urb-bas ²	Fosse septique	Latrine	Autre	Egout ⁴	Aucun	Fosse septique	Latrine	Autre	Egout ⁴	Aucun	Fosse septique	Latrine	Autre	Egout ⁴	Aucun
Afrique																		
Nigeria	0,52	0,10	0,38	0,02	0,28	0,04	0,10	0,56	0,32	0,31	0,00	0,37	0,00	0,17	0,24	0,05	0,34	0,20
Egypte	0,57	0,09	0,34	0,02	0,28	0,04	0,10	0,56	0,15	0,05	0,10	0,70	0,00	0,17	0,24	0,05	0,34	0,20
Kenya	0,62	0,08	0,30	0,02	0,28	0,04	0,10	0,56	0,32	0,31	0,00	0,37	0,00	0,17	0,24	0,05	0,34	0,20
Afrique du Sud	0,39	0,12	0,49	0,10	0,28	0,04	0,10	0,48	0,15	0,15	0,00	0,70	0,00	0,17	0,24	0,05	0,34	0,20
Asie																		
Chine	0,59	0,12	0,29	0,00	0,47	0,50	0,00	0,3	0,18	0,08	0,07	0,67	0,00	0,14	0,10	0,03	0,68	0,05
Inde	0,71	0,06	0,23	0,00	0,47	0,10	0,10	0,33	0,18	0,08	0,07	0,67	0,00	0,14	0,10	0,03	0,53	0,20
Indonésie	0,54	0,12	0,34	0,00	0,47	0,00	0,10	0,43	0,18	0,08	0,00	0,74	0,00	0,14	0,10	0,03	0,53	0,20
Pakistan	0,65	0,07	0,28	0,00	0,47	0,00	0,10	0,43	0,18	0,08	0,00	0,74	0,00	0,14	0,10	0,03	0,53	0,20
Bangladesh	0,72	0,06	0,22	0,00	0,47	0,00	0,10	0,43	0,18	0,08	0,00	0,74	0,00	0,14	0,10	0,03	0,53	0,20
Japon	0,20	0,80	0,00	0,20	0,00	0,50	0,30	0,00	0,00	0,00	0,10	0,90	0,00	0,10	0	0	0,90	0
Europe																		
Russie	0,37	0,73	0,00	0,30	0,10	0,00	0,60	0,00	0,10	0,00	0,00	0,90	0,00	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Allemagne ⁵	0,06	0,94	0,00	0,20	0,00	0,00	0,80	0,00	0,05	0,00	0,00	0,95	0,00	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Royaume-Uni	0,10	0,90	0,00	0,11	0,00	0,00	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
France	0,24	0,76	0,00	0,37	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Italie	0,32	0,68	0,00	0,42	0,00	0,00	0,58	0,00	0,04	0,00	0,00	0,96	0,00	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Amérique du Nord																		
Etats-Unis	0,22	0,78	0,00	0,90	0,02	0,00	0,08	0,00	0,05	0,00	0,00	0,95	0,00	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Canada	0,20	0,80	0,00	0,90	0,02	0,00	0,08	0,00	0,05	0,00	0,00	0,95	0,00	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
Amérique latine et Caraïbes																		
Brésil	0,16	0,25	0,59	0,00	0,45	0,00	0,10	0,45	0,00	0,20	0,00	0,80	0,00	0,00	0,40	0,00	0,40	0,20
Mexique	0,25	0,19	0,56	0,00	0,45	0,00	0,10	0,45	0,00	0,20	0,00	0,80	0,00	0,00	0,40	0,00	0,40	0,20
Océanie																		
Australie et Nlle-Zélande	0,08	0,92	0,00	0,90	0,02	0,00	0,08	0,00	0,05	0,00	0,00	0,95	0,00	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant

Notes:

(1.) Projections d'urbanisation pour 2005 (Nations Unies, 2002). (2.) Division proposée en classes urbaines à revenus élevés et faibles. Les pays sont encouragés à utiliser leurs données propres ou le meilleur jugement.

(3.) Les valeurs T_{ij} sont basées sur un jugement d'expert, (Doorn & Liles, 1999). (4.) Selon que les égouts sont ouverts ou fermés, cela déterminera le choix de MCF (cf. Tableau 3.3) (5.) Destatis, 2001.

Note: Ces valeurs sont tirées de la littérature ou basées sur un jugement d'expert. Utiliser des valeurs nationales si elles existent.

Exemple

Un exemple est fourni au Tableau 6.6. Les catégories à contribution insignifiante n'y figurent pas. On peut ajouter au tableau une colonne MCF pour chaque catégorie. L'indice d'urbanisation, pour ce pays, est fixé à 65%.

Système ou de traitement ou voie d'évacuation		T (%)	Notes
Populations urbaines à revenus élevés	À la mer	10	Pas de CH ₄
	À une station aérobie	20	Ajouter composant industriel
	À des fosses septiques	10	Déchets non ramassés
Populations urbaines à bas revenus	À la mer	10	Déchets ramassés
	À des latrines	15	Déchets non ramassés
Populations rurales	Aux rivières, lacs, mer	15	Déchets non ramassés
	à des latrines	15	
	À des fosses septiques	5	
Total		100%	Doit être de 100 %
Référence: Doorn & Liles (1999)			

6.2.2.4 COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

La même méthode et les séries de données doivent être utilisées pour estimer les émissions de CH₄ des eaux usées pour chaque année. Le MCF de différents systèmes de traitement ne doit pas changer d'une année à l'autre sauf si le changement est justifié et documenté. Si la part d'eaux usées traitée, par les différents systèmes, change sur une période de temps, les raisons d'un tel changement doivent être documentées.

L'enlèvement des boues et la récupération du CH₄ doivent être estimés de la même façon à travers les années de la série temporelle. La récupération du méthane ne doit être incorporée que s'il existe des données suffisantes propres à l'installation. La quantité de méthane récupéré doit être soustraite du méthane produit comme indiqué dans l'Équation 6.1.

Comme les données d'activité sont extraites de données démographiques, qui existent pour tous les pays et pour toutes les années, les pays devraient pouvoir construire une série temporelle complète pour les eaux usées captées et non captées. Si les données relatives à la part d'eaux usées non captées, traitées sur site, par rapport aux eaux usées non traitées, manquent pour une ou plusieurs années, on pourra exploiter les données de substitution et utiliser les techniques de raccordement par extrapolation/interpolation décrites au Chapitre 5 « Cohérence des séries temporelles » du Volume 1 intitulé « Orientations générales et établissement des rapports » pour estimer les émissions. En principe, les émissions issues d'eaux usées ne fluctuent pas de manière significative d'une année à une autre.

6.2.2.5 INCERTITUDES

Le Chapitre 3 « Incertitudes » du Volume 1 propose des orientations pour quantifier les incertitudes dans la pratique. Il permet également de clarifier et d'utiliser les jugements d'experts qui, combinés à des données empiriques, peuvent fournir des estimations globales de l'incertitude. Le Tableau 6.7 contient des gammes d'incertitude par défaut pour le facteur d'émission et les données d'activité des eaux usées domestiques. Les paramètres suivants semblent particulièrement incertains:

- La mesure dans laquelle les eaux usées, dans les pays en développement, sont traitées dans les latrines et les fosses septiques ou rejetées dans les égouts, chez les ménages urbains à revenus bas et élevés et chez les populations rurales ($T_{i,j}$).

- La fraction d'égouts "ouverts" et la mesure dans laquelle les égouts ouverts, dans les pays en développement, sont anaérobies et dans quelle mesure ils émettront du CH₄. Ceci dépendra du temps de rétention et de la température, en plus d'autres facteurs dont la présence d'une couche facultative et de composants susceptibles d'être toxiques pour les bactéries anaérobies (ex.: certains rejets d'eaux usées industrielles).
- Le volume de TOW industriel déversé dans des égouts domestiques ouverts ou fermés pour chaque pays est difficile à quantifier.

TABLEAU 6.7 GAMMES D'INCERTITUDE PAR DEFAUT POUR LES EAUX USEES DOMESTIQUES	
Paramètre	Gamme d'incertitude
Facteur d'émission	
Capacité maximum de production de CH ₄ (B ₀)	± 30%
Fraction traitée de façon anaérobie (MCF)	Le MCF est tributaire de la technologie (cf. Tableau 6.3), donc la gamme d'incertitude dépend, elle aussi, de la technologie. La gamme d'incertitude doit être déterminée par avis d'expert, en gardant à l'esprit que le MCF est une fraction qui doit se situer entre 0 et 1. Quelques gammes sont proposées ci-après. Systèmes non traités et latrines, ± 50% Lagunes, stations d'épuration mal gérées ± 30% Installation d'épuration centralisée et bien gérée, digesteur, réacteur, ± 10%
Données d'activité	
Population humaine (P)	± 5%
DBO par personne	± 30%
Fraction de la population par classe de revenu (U)	De bonnes données sur l'urbanisation existent; cependant, la distinction entre populations urbaines à revenus élevés et populations urbaines à faibles revenus pourrait devoir être établie sur la base d'un jugement d'expert. ± 15%
Degré d'utilisation du système de traitement/voie d'évacuation pour chaque classe de revenu (T _{ij})	± 3% pour les pays disposant de bonnes données et d'un ou deux systèmes uniquement. Peut être de ± 50% pour une méthode/voie individuels. Vérifier que le total T _{ij} = 100%
Coefficient de correction pour la DBO industrielle supplémentaire déversée dans les égouts (I)	Pour les eaux non collectées, l'incertitude est de zéro %. Pour les eaux collectées, elle est de ± 20%
Source: Jugement de Groupe d'experts (Auteurs de cette section).	

6.2.2.6 AQ/CQ, EXHAUSTIVITE, ETABLISSEMENT DES RAPPORTS ET DOCUMENTATION

Les *bonnes pratiques* recommandent d'effectuer des contrôles de qualité et des procédures d'assurance de la qualité comme indiqué au Chapitre 6 du Volume 1. Quelques procédures QC/AQ sont exposées ci-dessous.

Données d'activité

- Caractériser toutes les eaux usées selon les pourcentages allant vers d'autres systèmes de traitement (aérobie et anaérobie), et le pourcentage d'eaux usées non traitées. S'assurer que toutes les eaux usées sont bien caractérisées afin que les flux d'eaux usées s'additionnent à 100% des eaux usées produites dans le pays.
- Les compilateurs d'inventaires devraient comparer les données de pays sur la DBO dans les eaux usées domestiques aux valeurs par défaut du GIEC. S'ils utilisent des valeurs de pays, les compilateurs d'inventaires devraient expliquer, documents à l'appui, pourquoi leurs valeurs nationales sont plus appropriées pour leurs circonstances spécifiques.

Facteurs d'émission

- Pour les eaux usées domestiques, les compilateurs d'inventaires peuvent comparer les valeurs nationales de B_0 à la valeur par défaut du GIEC (0,25 kg CH_4 /kg DCO ou 0,6 kg CH_4 /kg BOD). Bien qu'il n'existe pas de valeurs par défaut du GIEC, pour la fraction d'eaux usées traitées de façon anaérobie, les compilateurs d'inventaires sont invités à comparer les valeurs du MCF à celles de pays qui traitent les eaux usées d'une façon similaire.
- Les compilateurs d'inventaires doivent confirmer l'accord entre les unités utilisées pour le carbone dégradé dans les déchets (TOW) et les unités pour le B_0 . Ces deux paramètres doivent être basés sur les mêmes unités (BOD ou DCO) pour pouvoir calculer les émissions. Cette considération doit être prise en compte lors de la comparaison des émissions.

Récupération du CH_4 et enlèvement des boues

- On peut utiliser un contrôle du bilan de carbone pour vérifier si les carbones dans le débit entrant et le débit sortant (effluent BOD, émission et récupération de méthane) sont comparables.
- Si l'évacuation des boues est communiquée dans l'inventaire des eaux usées, en vérifier la concordance par rapport aux estimations de boues appliquées aux terres agricoles, aux boues incinérées et aux boues déposées dans un site d'évacuation de déchets solides.

Comparaison d'estimations d'émissions utilisant des approches différentes

- Pour les pays, qui utilisent leurs propres paramètres ou des méthodes de Niveau 2 ou plus, les compilateurs d'inventaires peuvent vérifier l'estimation nationale par rapport aux émissions en se servant de la méthode et des paramètres par défaut du GIEC.

EXHAUSTIVITE

L'exhaustivité peut être vérifiée sur la base du degré d'utilisation d'un système ou voie de traitement ou d'élimination (T). La somme de T doit être égale à 100%. Les *bonnes pratiques* recommandent d'établir un diagramme similaire à la Figure 6.1, pour le pays, afin d'examiner tous les systèmes et voies anaérobies de traitement ou d'élimination, y compris les eaux usées recueillies ou pas, traitées et non traitées. Toute eau usée industrielle traitée dans les stations d'épuration d'eaux usées domestiques devrait être incluse dans la catégorie des eaux usées recueillies. Si des boues sont évacuées à des fins d'incinération, de dépôt dans des décharges ou pour servir d'engrais sur les terres agricoles, le volume de matière organique enlevé comme boue doit correspondre aux données utilisées dans les secteurs pertinents (voir le texte de la Section 6.2.2).

ETABLISSEMENT DES RAPPORTS ET DOCUMENTATION

Les *bonnes pratiques* recommandent de documenter et de dresser un rapport succinct sur les méthodes utilisées, les données d'activité et les facteurs d'émission. Des feuilles de travail (tableurs) sont fournies à la fin du présent volume. Si des méthodes et/ou des facteurs d'émission nationaux sont utilisés, il faudrait documenter, et inclure dans le rapport, les raisons d'un tel choix ainsi que des références sur la manière dont les données de pays (mesures, littérature, jugement d'expert, etc.) ont été établies.

Si les boues sont incinérées, mises en décharge, ou étalées sur des terres agricoles, leurs quantités et les émissions correspondantes doivent être communiquées dans les catégories 'incinération de déchets', 'SEDS' ou 'agricoles' respectivement.

Si du CH_4 est récupéré à des fins de valorisation énergétique, les émissions de gaz à effet de serre qui en découlent devraient être communiquées dans le Secteur « Énergie ». Comme exposé à la Section 6.2.1, les *bonnes pratiques* du Secteur « Déchets » n'exigent pas que soient estimés le CH_4 et le N_2O de la récupération ou du brûlage à la torche du CH_4 . Toutefois, si les compilateurs souhaitent le faire, ils devront signaler les émissions issues du brûlage à la torche dans le Secteur « Déchets ».

On trouvera de plus amples informations sur l'établissement des rapports et la documentation à la Section 6.11 « Documentation, archivage et présentation » du Volume 1.

6.2.3 Eaux usées industrielles

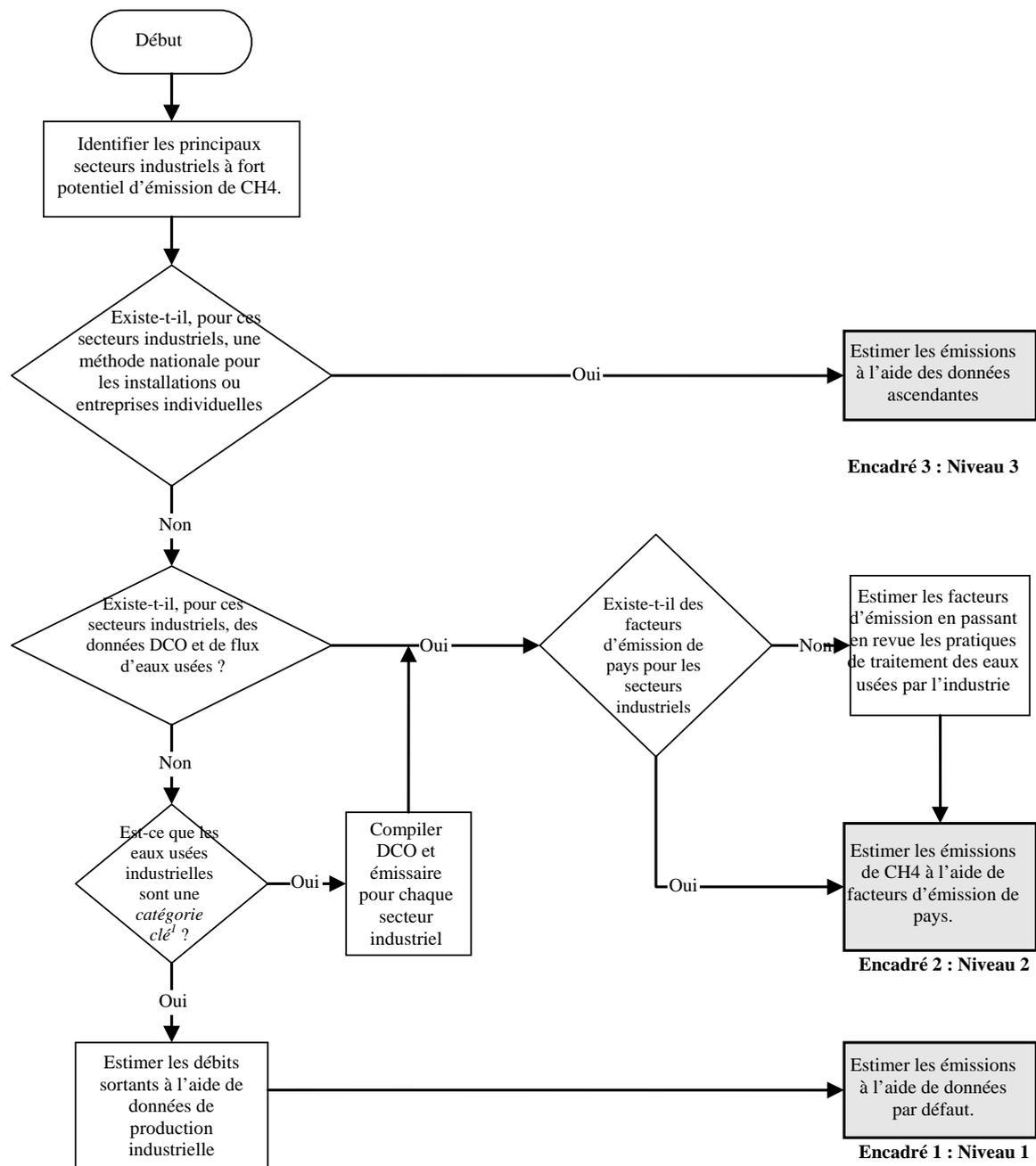
Les eaux usées industrielles peuvent être traitées sur place ou orientées vers les systèmes d'égouts domestiques. Si elles sont libérées dans le réseau d'égouts domestiques, les émissions doivent être incluses dans les émissions des eaux usées domestiques. Cette section traite de l'estimation des émissions de CH_4 provenant du traitement,

sur place, d'eaux usées industrielles. Seules les eaux usées industrielles, comportant une charge importante de carbone, et qui sont traitées dans des conditions anaérobies volontaires ou involontaires, produisent du CH₄. Les matières organiques des eaux usées industrielles sont souvent exprimées en termes de DCO, et c'est le cas ici.

6.2.3.1 CHOIX DE LA METHODE

Un arbre décisionnel pour les eaux usées industrielles est fourni à la Figure 6.3.

Figure 6.3 Arbre décisionnel des émissions de CH₄ provenant du traitement des eaux usées industrielles



1. Voir Volume 1, Chapitre 4, "Choix méthodologique et identification des catégories de source clés" (noter la Section 4.1.2 sur les ressources limitées), pour l'étude des catégories de source clés et l'utilisation des arbres décisionnels.

L'appréciation du potentiel de production de CH₄, des flux d'eaux usées industrielles, se base sur la concentration de matières organiques dégradables dans les eaux usées, le volume d'eaux usées ainsi que sur la propension des opérateurs industriels à traiter leurs eaux usées dans des systèmes anaérobies. À l'aide de ces

critères, les principales sources d'eaux usées industrielles, ayant un potentiel élevé de production de CH₄, peuvent être identifiées comme suit:

- Fabrication de papier et de pâte de papier,
- Transformation des viandes et des volailles (abattoirs),
- Production d'alcool, de bière et d'amidon,
- Production de dérivés chimiques organiques,
- Autres procédés de production d'aliments et de boissons (produits laitiers, huiles végétales, fruits et légumes, conserveries, fabrication de jus, etc.).

L'industrie du papier et de la pâte de papier et l'industrie de transformation des viandes et des volailles produisent des volumes élevés d'eaux usées qui contiennent des taux importants de matières organiques dégradables. Les usines de transformation des viandes et des volailles emploient des lagunes anaérobies pour traiter leurs eaux usées, alors que l'industrie du papier et de la pâte de papier utilise également les lagunes et les réacteurs anaérobies. Les industries des boissons et d'aliments non animaux produisent des volumes importants d'eaux usées avec de fortes teneurs en carbone organique et utilisent, en outre, des procédés anaérobies tels que les lagunes et les réacteurs anaérobies. Les réacteurs anaérobies qui traitent les effluents industriels d'installations à biogaz sont souvent liés à la récupération du CH₄ produit à des fins de valorisation énergétique. Les émissions issues du procédé de combustion à des fins d'obtention de l'énergie doivent être signalées dans le Secteur « Energie ».

La méthode d'estimation d'émissions d'eaux usées industrielles est similaire à celle utilisée pour les eaux usées domestiques. Voir l'arbre décisionnel à la Figure 6.3. L'élaboration de facteurs d'émission et de données d'activité est une opération plus complexe en raison du grand nombre de types d'eaux usées et d'industries à tracer. Les estimations les plus précises d'émission, pour cette catégorie de source, se baseraient sur les données mesurées à partir des sources ponctuelles. L'opération de collecte de données de mesure complètes est très difficile en raison des coûts élevés des mesures et du grand nombre de sources ponctuelles potentielles. Les compilateurs d'inventaires pourraient utiliser une approche descendante comprenant les étapes suivantes:

Étape 1: utiliser l'Équation 6.6 pour estimer le total de carbone biodégradable des eaux usées (TOW) pour le secteur industriel *i*

Étape 2: sélectionner la voie et les systèmes (Figure 6.1) en fonction des données d'activité du pays. Utiliser l'Équation 6.5 pour obtenir le facteur d'émission. Estimer, pour chaque secteur industriel, le facteur d'émission à l'aide de la capacité maximum de production de méthane et du coefficient moyen de correction du méthane propre à l'industrie.

Étape 3: utiliser l'Équation 6.4 pour estimer les émissions, ajuster par rapport à l'enlèvement de boues, le cas échéant, et/ou à la récupération du CH₄ puis calculer le total.

L'équation générale pour estimer les émissions de CH₄ provenant d'eaux usées industrielles est:

ÉQUATION 6.4
EMISSIONS TOTALES DE CH₄ PROVENANT DES EAUX USEES INDUSTRIELLES

$$Emissions\ CH_4 = \sum_i [(TOW_i - S_i) EF_i - R_i]$$

Où:

Emissions CH₄ = émissions de CH₄ de l'année d'inventaire, kg CH₄/an

TOW_{*i*} = total de la matière biodégradable dans les eaux usées provenant de l'industrie *i* dans l'année d'inventaire, kg DCO/an

i = secteur industriel

S_{*i*} = composante organique éliminée comme boue pendant l'année d'inventaire, kg DCO/an

EF_{*i*} = facteur d'émission pour l'industrie *i*, kg CH₄/kg DCO pour la voie ou le système de traitement et/ou d'élimination(s) utilisé(s) dans l'année d'inventaire

Si une industrie utilise plus d'une technique de traitement, le facteur devra être une moyenne pondérée.

$$R_i = \text{volume de CH}_4 \text{ récupéré au cours de l'année d'inventaire, kg CH}_4/\text{an}$$

Le volume de CH₄ récupéré est exprimé comme R dans l'Équation 6.4. Le gaz récupéré doit être traité comme indiqué à la Section 6.2.1.

6.2.3.2 CHOIX DES FACTEURS D'EMISSION

Différents types d'eaux usées industrielles présentent des différences importantes dans le potentiel d'émission de CH₄. Dans la mesure du possible, des données doivent être recueillies pour calculer la capacité maximum de production de CH₄ (B_o) de chaque industrie. Comme signalé précédemment, le MCF indique dans quelle mesure le potentiel de production de CH₄ (B_o) est réalisé par chaque méthode de traitement. Ainsi, cela indique à quel point le système est anaérobie (Cf. l'Équation 6.5).

ÉQUATION 6.5 FACTEUR D'EMISSION DU CH₄ POUR LES EAUX USEES INDUSTRIELLES

$$EF_j = B_o \cdot MCF_j$$

Où:

- EF_j = facteur d'émission de chaque voie ou système de traitement et/ou d'élimination, kg CH₄/kg DCO, (Cf. Tableau 6.8.)
- j = chaque voie ou système de traitement et/ou d'élimination
- B_o = capacité maximum de production de CH₄, kg CH₄/kg DCO
- MCF_j = coefficient de correction du méthane (fraction) (Cf. Tableau 6.8.)

Les *bonnes pratiques* recommandent d'exploiter les données de pays ou d'industrie accessibles auprès des autorités publiques, des organisations industrielles ou d'experts. Toutefois, les compilateurs d'inventaires constateront que les données propres à l'industrie sont incomplètes ou inexistantes. En l'absence de données de pays, les *bonnes pratiques* recommandent d'utiliser le facteur DCO par défaut du GIEC pour B_o (0,25 kg CH₄/kg DCO).

Il est recommandé de solliciter une opinion d'expert pour déterminer le coefficient de correction du méthane (MCF), qui est la fraction des déchets traitée de façon anaérobie. Une enquête, évaluée par les pairs, portant sur les pratiques de traitement des eaux usées industrielles, pourrait constituer une technique efficace pour estimer ces données. Des enquêtes doivent être effectuées assez souvent pour déceler les principales tendances en matière de pratiques de l'industrie (ex. : tous les 3 à 5 ans). Le Chapitre 2 « Méthodes de collecte des données » du Volume 1 décrit comment solliciter le jugement d'expert pour les gammes d'incertitude. En l'absence de données et de statistiques publiées, on pourrait recourir à des protocoles similaires de sollicitation d'experts afin d'obtenir les informations nécessaires pour d'autres types de données. Le Tableau 6.8 comprend des valeurs MCF par défaut basées sur un jugement d'expert.

TABLEAU 6.8 VALEURS MCF PAR DEFAUT POUR LES EAUX USEES INDUSTRIELLES			
Type de traitement ou de voie d'élimination	Observations	MCF ¹	Gamme
Eaux usées non traitées			
Rejet en mer, rivière ou lac	Les rivières à haute charge en matières organiques peuvent devenir anaérobies ; mais cette situation n'est pas abordée ici.	0,1	0 – 0,2
Eaux usées traitées			
Station d'épuration aérobie	Doit être bien gérée. Une partie du CH ₄ peut être émise à partir de bassins de décantation et d'autres poches.	0	0 – 0,1
Station d'épuration aérobie	Mal gérée. Saturée	0,3	0,2 – 0,4
Méthaneiseur anaérobie de boues	La récupération du CH ₄ n'est pas abordée ici.	0,8	0,8 – 1,0
Réacteur anaérobie (ex.: UASB, réacteur fixé)	La récupération du CH ₄ n'est pas abordée ici.	0,8	0,8 – 1,0

Lagune anaérobie peu profonde	Moins de 2 mètres de profondeur, recourir à un jugement d'expert	0,2	0 – 0,3
Lagune anaérobie profonde	Profondeur de plus de 2 mètres	0,8	0,8 – 1,0
¹ Basé sur un jugement d'expert par les auteurs principaux de cette section			

6.2.3.3 CHOIX DES DONNEES D'ACTIVITE

Les données d'activité pour cette catégorie de source est le volume de matières biodégradables dans les eaux usées (TOW). Ce paramètre est une fonction de l'output industriel (produit) P (tonnes/an), de la production W d'eaux usées (m³/tonne de produit) et de la concentration de matières organiques dégradables dans les eaux usées DCO (kg DCO/m³). Voir l'Équation 6.6. Les étapes ci-dessous sont nécessaires pour déterminer le TOW:

- (i) Identifier les secteurs industriels qui produisent des eaux usées contenant des quantités substantielles de carbone organique en évaluant le produit industriel total, les matières biodégradables des eaux usées et les eaux usées ainsi produites.
- (ii) Identifier les secteurs industriels qui utilisent un traitement anaérobie. Y inclure les secteurs qui utilisent un traitement anaérobie involontairement du fait de la saturation du système de traitement/épuration. Par expérience, trois ou quatre secteurs industriels sont des secteurs *clés*.

Pour chaque secteur sélectionné, estimer le carbone organique total dégradable (TOW).

ÉQUATION 6.6
MATIERES BIODEGRADABLES DANS LES EAUX USEES INDUSTRIELLES

$$TOW_i = P_i \cdot W_i \cdot DCO_i$$

Où:

- TOW_i = total des matières biodégradables dans les eaux usées pour l'industrie *i*, kg DCO/an
- i* = secteur industriel
- P_i = produit industriel total du secteur industriel *i*, t/an
- W_i = eaux usées produites, m³/t_{produit}
- DCO_i = demande chimique en oxygène (composant organique industriel dégradable dans les eaux usées), kg DCO/m³

Les données de production industrielles et les débits sortants des eaux usées peuvent être extraits des statistiques nationales, obtenues auprès d'agences de régulation, d'associations d'entreprises d'épuration des eaux usées ou d'organismes professionnels. Parfois, la quantification de la charge de DCO dans les eaux usées pourrait nécessiter un jugement d'expert. Dans certains pays, la DCO et la consommation totale en eau, par données sectorielles, peuvent être obtenues directement au niveau d'une agence de régulation. Alternativement, on peut trouver, dans la littérature spécialisée, des données sur la production industrielle et les tonnes de DCO produites par tonne de produit. Le Tableau 6.9 propose des exemples susceptibles d'être utilisés comme valeurs par défaut. Celles-ci doivent être exploitées avec prudence car elles sont spécifiques à l'industrie, au procédé et au pays.

TABLEAU 6.9
EXEMPLES DE DONNEES SUR LES EAUX USEES INDUSTRIELLES

Type d'industrie	Production W d'eaux usées (m ³ /tonne)	Gamme pour W (m ³ /tonne)	DCO (kg/m ³)	Gamme de DCO (kg/m ³)
Raffinage d'alcool	24	16 – 32	11	5 – 22
Bière et malt	6,3	5,0 – 9,0	2,9	2 – 7
Café	NA	NA –	9	3 – 15
Produits laitiers	7	3 – 10	2,7	1,5 – 5,2
Préparation du poisson	NA	8 – 18	2,5	
Viandes et volailles	13	8 – 18	4,1	2 – 7
Substances chimiques organiques	67	0 – 400	3	0,8 – 5
Raffineries de pétrole	0,6	0,3 – 1,2	1,0	0,4 – 1,6
Plastiques & résines	0,6	0,3 – 1,2	3,7	0,8 – 5
Papier & pâte (ensemble)	162	85 – 240	9	1 – 15
Lessives & détergents	NA	1,0 – 5,0	NA	0,5 – 1,2
Production d'amidon	9	4 – 18	10	1,5 – 42
Raffinage du sucre	NA	4 – 18	3,2	1 – 6
Huiles végétales	3,1	1,0 – 5,0	NA	0,5 – 1,2
Légumes, fruits & jus	20	7 – 35	5,0	2 – 10
Vins & vinaigres	23	11 – 46	1,5	0,7 – 3,0

Notes: NA = Non disponible
Source: Doorn *et al.* (1997).

6.2.3.4 COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES

Dès lors qu'un secteur industriel est inclus dans le calcul d'inventaire, il doit être inclus pour toutes les années suivantes. Si le compilateur de l'inventaire ajoute un nouveau secteur industriel au calcul, il doit recalculer toute la série temporelle pour bien s'assurer que la méthode est cohérente d'une année à une autre. Des orientations générales sur le recalcul des estimations par le biais des séries temporelles sont fournies au Chapitre 5 « Cohérence des séries temporelles » du Volume 1.

Comme c'est le cas pour les eaux usées domestiques, l'évacuation des boues et la récupération du CH₄ doivent être traitées de la même façon sur toutes les années de la série temporelle. La récupération de CH₄ ne devrait être incluse que s'il existe des données propres à l'installation/station. La quantité de CH₄ récupéré doit être soustraite du CH₄ produit comme indiqué dans l'Équation 6.4.

6.2.3.5 INCERTITUDES

Les estimations de l'incertitude pour B₀, MCF, P, W et DCO sont exposées au Tableau 6.10. Ces estimations sont basées sur un jugement d'expert.

TABLEAU 6.10
GAMMES D'INCERTITUDE PAR DEFAUT POUR LES EAUX USEES INDUSTRIELLES

Paramètre	Gamme d'incertitude
Facteur d'émission	
Capacité maximum de production de CH ₄ (B ₀)	± 30%
Coefficient de correction du méthane (MCF)	La gamme d'incertitude doit être établie par un jugement d'expert, tout en gardant à l'esprit qu'il s'agit d'une fraction et que les incertitudes ne peuvent la repousser hors de la gamme de 0 à 1.
Données d'activité	
Production industrielle (P)	± 25%. Recourir à un jugement d'expert concernant la qualité des sources de données pour assigner une gamme d'incertitude plus exacte.
Eaux usées/Production à l'unité (W)	Ces données peuvent être très incertaines puisque le même secteur peut utiliser différents procédés de traitement des déchets selon les stations et les pays. Le produit des paramètres (W•DCO) est censé aboutir à une incertitude moindre. Une valeur d'incertitude peut être attribuée directement au kg DCO/tonne de produit. -50 %, +100% est proposé (soit un facteur de 2).
DCO/unité eaux usées (DCO)	
Source: Jugement du Groupe d'experts (Co-présidents, Rédacteurs et Auteurs de ce secteur).	

6.2.3.6 AQ/CQ, EXHAUSTIVITE, ETABLISSEMENT DES RAPPORTS ET DOCUMENTATION

Les *bonnes pratiques* recommandent de procéder au contrôle et à l'assurance de la qualité tel qu'exposé au Chapitre 6 « AQ/CQ et Vérification » du Volume 1. On trouvera ci-dessous quelques procédures fondamentales de CQ/AQ:

- Pour les eaux usées industrielles, les compilateurs d'inventaires peuvent revisiter les ensembles de données secondaires (ex.: obtenues auprès des offices nationaux des statistiques, des agences de régulation, des associations de traitement des eaux usées ou des organismes professionnels) utilisés pour estimer et classer la production de déchets industriels comportant de la DCO. Dans les pays qui disposent d'un système de surveillance réglementaire des rejets industriels, il pourrait exister des protocoles AQ/CQ pour l'élaboration des caractéristiques des eaux usées pour chaque secteur industriel.
- Pour les eaux usées industrielles, les compilateurs d'inventaires devraient vérifier les valeurs MCF contre celles des inventaires nationaux dont les eaux usées présentent des caractéristiques similaires.
- Les compilateurs d'inventaires devraient réviser les données des installations/stations relatives à la récupération du CH₄ afin de s'assurer qu'elles ont bien été communiquées conformément aux critères sur les mesures décrits au Chapitre 2 « Méthodes de collecte des données » du Volume 1.
- Utiliser un contrôle du bilan de carbone pour s'assurer que la teneur en carbone contenu dans le volume de CH₄ récupéré est inférieure à celle du carbone de la DBO entrant dans l'installation qui rend compte de la récupération du CH₄.
- Si l'évacuation des boues est communiquée dans les inventaires des eaux usées, vérifier que ses chiffres concordent avec les estimations pour les boues appliquées aux terres agricoles, pour les boues incinérées et pour les boues déposées dans des sites de déchets solides.
- Pour ce qui est des pays qui utilisent des paramètres nationaux ou des méthodes de niveau supérieur, les compilateurs d'inventaires devront vérifier les estimations nationales par rapport aux émissions en utilisant la méthode et les paramètres par défaut du GIEC.

EXHAUSTIVITE

L'exhaustivité de l'estimation des émissions issues d'eaux usées industrielles dépend d'une caractérisation exacte des secteurs industriels qui produisent des eaux usées organiques. Dans la plupart des pays, environ 3 à 4 secteurs industriels produisent la majorité du volume d'eaux usées organiques ; c'est pourquoi les compilateurs

d'inventaires devraient s'assurer que ces secteurs sont bien couverts. A intervalles réguliers, les compilateurs d'inventaires devraient revisiter les sources industrielles, notamment si certaines industries connaissent une croissance rapide.

Cette catégorie ne devrait couvrir que les eaux usées industrielles traitées sur place. Les émissions d'eaux usées industrielles, libérées dans les réseaux d'égouts domestiques, devraient être prises en compte et ajoutées aux eaux usées domestiques.

Certaines boues issues du traitement d'eaux usées industrielles peuvent être incinérées ou évacuées dans des décharges ou sur des terres agricoles. Ceci constitue un volume de déchets organiques à soustraire du TOW disponible. Les *bonnes pratiques* recommandent d'être cohérent à travers tous les secteurs: le volume de boue enlevées du TOW devrait être égal au volume de boue rejeté dans les décharges, appliqué aux terres agricoles, incinéré ou traité ailleurs.

ETABLISSEMENT DES RAPPORTS ET DOCUMENTATION

Les *bonnes pratiques* recommandent de documenter et de rendre compte, de manière succincte, des méthodes, des données d'activité et des facteurs d'émission utilisés. Des feuilles de travail (tableurs) sont fournies à la fin de ce volume. Si des méthodes et/ou des facteurs d'émission de pays sont utilisés, les raisons d'un tel choix ainsi que des références sur la manière dont les données de pays (mesures, littérature, jugement d'expert, etc.) ont été apportées, devraient être documentées et versées au rapport.

Si les boues sont incinérées, mises en décharge ou utilisées sur des terres agricoles, leurs quantités et les émissions correspondantes doivent être communiquées dans les catégories 'incinération de déchets', 'SEDS' ou 'agricoles' respectivement.

S'il existe des données de récupération du CH₄ pour le traitement des eaux usées industrielles, elles doivent être documentées séparément pour le brûlage à la torche et la valorisation énergétique. Le traitement du CH₄ récupéré et la méthode de communication des émissions provenant du brûlage à la torche devraient être les mêmes que les orientations, relatives aux eaux usées domestiques, fournies à la Section 6.2.2.6.

On trouvera de plus amples informations sur l'établissement des rapports et la documentation à la Section 6.11 « Documentation, archivage et établissement des rapports » du Chapitre 6 du Volume 1.

6.3 EMISSIONS D'OXYDE NITREUX ISSUES DES EAUX USEES

6.3.1 Questions méthodologiques

6.3.1.1 CHOIX DE LA METHODE

Les émissions d'oxyde nitreux (N₂O) peuvent provenir directement des stations/installations d'épuration ou indirectement à partir d'eaux usées après rejet de l'effluent dans des cours d'eau, des lacs ou dans la mer. Les émissions directes, résultant de la nitrification et la dénitrification, au niveau des installations d'eaux usées, peuvent être considérées comme une source mineure; des orientations sont fournies à ce sujet à l'Encadré 6.1 pour estimer ces émissions. Celles-ci se caractérisent par leur volume qui est moindre comparé à celui des émissions d'effluents et ne peut, donc, intéresser que les pays qui possèdent des infrastructures d'épuration sophistiquées et dotées de moyens de nitrification et de dénitrification.

Il n'est pas proposé de niveaux supérieurs. Aussi, les *bonnes pratiques* recommandent-elles d'estimer le N₂O des effluents d'eaux usées domestiques en se servant de la méthode donnée ici. Il n'est pas fourni d'arbre décisionnel non plus. Les estimations directes doivent être effectuées pour les seuls pays qui possèdent des infrastructures sophistiquées d'épuration des eaux usées dotées de moyens de nitrification et de dénitrification.

Il s'ensuit que cette section traite des émissions indirectes de N₂O issues de l'effluent des eaux usées déversées dans des milieux aquatiques. La méthodologie pour les émissions d'effluent est analogue à celle appliquée aux émissions indirectes de N₂O et expliquée à la Section 11.2.2 du Chapitre 11 «Emissions de N₂O des sols gérés» du Volume 4 et à la section intitulée « Emissions de CO₂ dues au chaulage et à l'application d'urée ». L'équation générale simplifiée se présente comme suit:

ÉQUATION 6.7**EMISSIONS DE N₂O ISSUES DE L'EFFLUENT D'EAUX USEES**

$$Emissions\ N_2O = N_{EFFLUENT} \cdot EF_{EFFLUENT} \cdot 44 / 28$$

Où:

Emissions N₂O = Emissions de N₂O dans l'année d'inventaire, N₂O kg/anN_{EFFLUENT} = azote présent dans l'effluent et qui est rejeté dans des milieux aquatiques, N kg/anEF_{EFFLUENT} = facteur d'émission pour les émissions de N₂O issues d'eaux usées rejetées, N₂O-N kg/kg NLe facteur 44/28 est la conversion de N₂O-N kg en N₂O kg.**6.3.1.2 CHOIX DE FACTEURS D'EMISSION**

Le facteur d'émission par défaut du GIEC pour les émissions de N₂O résultant de l'effluent d'azote des eaux usées domestiques est de 0,005 (0,0005 – 0,25) kg N₂O-N/kg N. Ce facteur est basé sur des données d'exploitation limitées et sur des hypothèses précises concernant l'occurrence de processus de nitrification et de dénitrification dans les rivières et les estuaires. La première hypothèse est que tout l'azote est rejeté avec l'effluent. La deuxième hypothèse avance que la production de N₂O dans les rivières et les estuaires est directement liée à la nitrification et à la dénitrification et que, par conséquent, à l'azote rejeté dans la rivière (Cf. Tableau 11.3 de la Section 11.2.2, « Emissions de N₂O des sols gérés » et à la section intitulée « Emissions de CO₂ dues au chaulage et à l'application d'urée » du Chapitre 11 du Volume 4).

6.3.1.3 CHOIX DES DONNEES D'ACTIVITE

Les données d'activité nécessaires pour estimer les émissions de N₂O sont : la teneur en azote dans l'effluent d'eaux usées, la population du pays et la production moyenne annuelle de protéine par habitant (kg/personne/an). La production de protéine par habitant comprend l'apport (consommation) – chiffre disponible auprès de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO, 2004) – multiplié par des facteurs prenant en compte la protéine supplémentaire 'non consommée' et la protéine industrielle rejetée dans le réseau d'égouts. Les aliments (déchets) non consommés sont souvent lavés et jetés dans les tuyaux d'évacuation (ex.: conséquence de l'utilisation de broyeurs d'ordures dans certains pays développés) ; de la même façon, les eaux de bain et de buanderie semblent contribuer, elles aussi, aux charges d'azote. Pour les pays développés utilisant des broyeurs d'ordures, le défaut pour la protéine non consommée rejetée dans les voies des eaux usées est de 1,4, alors que pour les pays en développement cette fraction est de 1,1. Les eaux usées de sources industrielles ou commerciales, déversées dans les égouts, peuvent contenir des protéines (ex.: des épicerie aux boucheries). La valeur par défaut pour cette fraction est de 1,25. l'azote total de l'effluent est calculé comme suit:

ÉQUATION 6.8**TOTAL D'AZOTE DANS L'EFFLUENT**

$$N_{EFFLUENT} = (P \cdot Protéine \cdot F_{NPR} \cdot F_{NON-CON} \cdot F_{IND-COM}) - N_{BOUES}$$

Où:

N_{EFFLUENT} = volume annuel total d'azote présent dans l'effluent des eaux usées, kg N/an

P = population humaine

Protéine = consommation annuelle de protéine par habitant, kg/personne/an

F_{NPR} = fraction d'azote dans la protéine, défaut = 0,16, kg N/kg protéineF_{NON-CON} = facteur pour la protéine non consommée ajoutée aux eaux uséesF_{IND-COM} = facteur pour la protéine industrielle et commerciale co-rejetée dans le réseau d'égoutsN_{SLUDGE} = azote retiré des boues (défaut = zéro), kg N/an

ENCADRE 6.1**SOUS-CATEGORIE - EMISSIONS D'INSTALLATIONS CENTRALISEES ET AVANCEES DE TRAITEMENT DES EAUX USEES**

Les émissions provenant d'installations centralisées et avancées de traitement des eaux usées sont généralement moins importantes que celles provenant de l'effluent et pourraient n'intéresser que les pays dotés d'installations centralisées et avancées de traitement des eaux usées assorties de moyens contrôlés de nitrification et de dénitrification. Le facteur global d'émission pour estimer les émissions de N₂O de ce genre d'installations est de 3,2 g N₂O/personne/an. Ce facteur a été déterminé lors de tests effectués sur le site d'une station d'épuration d'eaux usées domestiques dans le Nord des Etats-Unis (Czepiel *et al.*, 1995). Les données d'émission ont été obtenues dans une installation qui n'accueillait que des eaux usées domestiques. Ces eaux usées comprenaient déjà de la protéine non consommée mais pas les eaux usées industrielles et commerciales rejetées ensemble. On ne dispose d'aucun autre facteur d'émission de pays. Les émissions de N₂O provenant de processus centralisés de traitement des eaux usées sont calculées comme suit:

ÉQUATION 6.9**EMISSIONS DE N₂O ISSUES DE PROCESSUS CENTRALISES DE TRAITEMENT DES EAUX USEES**

$$N_2O_{INSTALLATIONS} = P \cdot T_{INSTALLATION} \cdot F_{IND-COM} \cdot EF_{INSTALLATION}$$

Où:

$N_2O_{INSTALLATIONS}$	=	émissions totales de N ₂ O des installations durant l'année d'inventaire, kg N ₂ O/an
P	=	population totale
$T_{INSTALLATION}$	=	degré d'utilisation d'installations modernes et centralisées, %
$F_{IND-COMM}$	=	fraction de protéine commerciale et industrielle rejetée de façon mixte (défaut = 1,25, basé sur les données de Metcalf & Eddy (2003) et le jugement d'expert)
$EF_{INSTALLATION}$	=	facteur d'émission, 3,2 g N ₂ O/personne/an

Note: Si un pays choisit d'inclure les émissions de N₂O d'installations, le volume d'azote associé à ces émissions (N_{WWT}) doit être rétro-calculé puis soustrait de N_{EFFLUENT}. Le N_{WWT} peut être calculé en multipliant N₂O_{INSTALLATIONS} par 28/44, utilisant la masse moléculaire.

6.3.2 Cohérence des séries temporelles

Si un pays décide d'intégrer les émissions des installations dans l'estimation, ce changement doit être opéré pour l'ensemble de la série temporelle. L'évacuation potentielle de boues doit être traitée de la même façon pour toutes les années de la série temporelle.

6.3.3 Incertitudes

Des incertitudes importantes sont associées aux facteurs d'émission par défaut du GIEC pour le N₂O d'effluent. Les données actuelles d'exploitation sont insuffisantes pour améliorer ce facteur. En outre, le facteur d'émission N₂O pour les installations demeure incertain car il est basé sur un seul test de terrain. Le Tableau 6.11 ci-dessous contient des gammes d'incertitude basées sur un jugement d'expert.

TABLEAU 6.11
DONNEES PAR DEFAUT DE LA METHODOLOGIE N₂O

	Définition	Valeur par défaut	Gamme
Facteur d'émission			
EF _{EFFLUENT}	Facteur d'émission, (kg N ₂ O-N/kg -N)	0,005	0,0005 – 0,25
EF _{INSTALLATIONS}	Facteur d'émission, (g N ₂ O/personne/an)	3,2	2 – 8
Données d'activité			
P	Population totale du pays	Valeur de pays	± 10 %
Protéine	Consommation annuelle de protéine par habitant	Valeur de pays	± 10 %
F _{NPR}	Fraction d'azote dans la protéine (kg N/kg protéine)	0,16	0,15 – 0,17
T _{INSTALLATION}	Degré d'utilisation de grandes installations WWT	Valeur de pays	± 20 %
F _{NON-CON}	Facteur à ajuster pour la protéine non consommée	1,1 pour les pays sans broyeurs d'ordures ; 1,4 pour les pays disposant de broyeurs d'ordures	1,0 – 1,5
F _{IND-COM}	Facteur permettant le rejet mixte d'azote industriel dans les égouts. Pour les pays possédant d'importantes usines de traitement du poisson, ce facteur peut être plus élevé. Jugement d'expert recommandé.	1,25	1,0 – 1,5

6.3.4 AQ/CQ, Exhaustivité, Etablissement des rapports et Documentation

Cette méthode utilise plusieurs paramètres par défaut. Il est recommandé de solliciter un avis d'expert pour évaluer le degré d'adéquation des facteurs par défaut proposés.

EXHAUSTIVITE

Sauf si des données sur l'évacuation des boues existent, la méthodologie d'estimation d'émissions d'effluent est basée sur la population et sur l'hypothèse que tout l'azote associé à la consommation et à l'utilisation domestiques, et l'azote issu du rejet mixte d'eaux usées industrielles, finira par entrer dans un cours d'eau. En tant que telle, cette estimation peut être qualifiée de prudente et couvre l'intégralité de la source associée à l'utilisation des eaux usées domestiques.

Cette méthodologie ne comprend pas les émissions de N₂O provenant de sources industrielles, hormis les eaux usées industrielles rejetées avec les eaux usées domestiques dans le réseau d'égouts. Les émissions de N₂O, provenant de sources industrielles, semblent faibles comparées à celles des eaux usées domestiques.

Rares sont les pays qui recueillent des données sur le traitement des boues des eaux usées. Si de telles données existent, il faudra les mettre à la disposition des équipes compétentes chargées de l'inventaire.

Le facteur d'émission utilisé pour les émissions de N₂O de l'effluent est le même que celui utilisé pour les émissions indirectes de N₂O dans le Secteur AFAT.

ETABLISSEMENT DES RAPPORTS ET DOCUMENTATION

Les *bonnes pratiques* recommandent de documenter et de dresser un rapport succinct sur les méthodes, les données d'activité et les facteurs d'émission utilisés. Des feuilles de travail (tableurs) sont fournis en fin de volume à cette fin. Si des méthodes et/ou des facteurs d'émission nationaux sont utilisés, les raisons d'un tel choix ainsi que des références sur la manière dont les données de pays (mesures, littérature, jugement d'expert, etc.) ont été établies, devraient être documentées et versées au rapport.

Si les boues sont incinérées, mises en décharge, ou étalées sur des terres agricoles, leurs quantités doivent être communiquées dans les catégories 'incinération de déchets', 'SEDS' ou 'agricoles' respectivement.

On trouvera de plus amples informations sur l'établissement des rapports et la documentation à la Section 6.11 « Documentation, archivage et présentation » du Volume 1.

Références

- American Public Health Association and American Water Works Association (1998). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20th edition, Water Environment Federation, ISBN 0-87553-235-7.
- Czepiel, P., Crill, P. and Harriss, R. (1995). 'Nitrous oxide emissions from domestic wastewater treatment' *Environmental Science and Technology*, vol. 29, no. 9, pp. 2352-2356.
- Destatis (2001). "Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung 2001, Tabelle 1 "Übersichtstabelle Anschlussgrade" (Statistical Office Germany (<http://www.destatis.de/>))
- Doorn, M.R.J., Strait, R., Barnard, W. and Eklund, B. (1997). *Estimate of Global Greenhouse Gas Emissions from Industrial and Domestic Wastewater Treatment*, Final Report, EPA-600/R-97-091, Prepared for United States Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, USA.
- Doorn, M.R.J. and Liles, D. (1999). Global Methane, Quantification of Methane Emissions and Discussion of Nitrous Oxide, and Ammonia Emissions from Septic Tanks, Latrines, and Stagnant Open Sewers in the World. EPA-600/R-99-089, Prepared for U.S. EPA, Research Triangle Park, NC, USA.
- FAO (2004). *FAOSTAT Statistical Database*, United Nations Food and Agriculture Organization. Available on the Internet at <<http://faostat.fao.org/>>
- Feachem, R.G., Bradley, D.J., Garelick H. and Mara D.D. (1983). *Sanitation and Disease – Health Aspects of Excreta and Wastewater Management*, World Bank, John Wiley & Sons, USA.
- IPCC (1997). Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Lim, B., Tréanton, K., Mamaty, I., Bonduki, Y., Griggs, D.J. and Callander, B.A. (Eds). *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
- Masotti, L. (1996). "Depurazione delle acque. Tecniche ed impianti per il trattamento delle acque di rifiuto". Eds Calderini. pp. 29-30
- Metcalf & Eddy, Inc. (2003) *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse*. McGraw-Hill: New York, ISBN 0-07-041878-0.
- United Nations (2002). World Urbanization Prospects, The 2001 Revision Data Tables and Highlights. Population Division, Department of Economic and Social Affairs, United Nations Secretariat. ESA/P/WP.173. March 2002.