


4.1.1. Flux directs	Fiche émissions liées à l'activité biologique des animaux	
------------------------	--	---

Rédacteurs : Sandrine Espagnol (IFIP), Elise Lorinquer (Idele), Aurore Vigan (Idele)

L'objectif de cette fiche est de fournir les éléments de compréhension des principes de calcul des émissions de méthane entérique issues de l'activité biologique des animaux d'élevage. En effet, en digérant leurs aliments, la plupart des animaux produisent du méthane entérique en quantité significative. Le GIEC ne considère que les émissions entériques des ruminants et des porcins.

Remarque : Les données du dernier rapport du GIEC 2019, paru concomitamment à la finalisation de cette fiche, n'ont pas pu être incluses ici. Elles pourront faire l'objet d'une future mise à jour de la fiche.

Contenu

1	Emissions de méthane entérique des herbivores	2
1.1	Equation de quantification du méthane entérique des ruminants (Niveau 3)	2
1.2	Facteurs d'émissions pour les bovins (Niveau 1)	4
1.3	Facteurs d'émission pour les ovins (Niveau 1)	6
1.4	Facteurs d'émission pour les caprins (Niveau 1)	7
1.5	Facteurs d'émission pour les équins (Niveau 1)	7
2	Emissions de méthane entérique des porcins (Niveau 1)	8
3	Références bibliographiques	9

Le guide GES'TIM+ propose plusieurs facteurs d'émission et méthodes d'estimation des émissions gazeuses en élevage. Ils sont issus de méthodologies internationales de calculs et/ou de publications scientifiques. Ces facteurs d'émission et méthodes de calcul sont classés en fonction de leur précision et du nombre de données d'activités nécessaires au calcul des émissions.

Ainsi 3 niveaux sont proposés :

- Niveau 1 : Il s'agit de facteurs d'émission globaux. L'émission est calculée en associant une donnée globale (ex : un effectif) au facteur d'émission.
- Niveau 2 : Il s'agit de facteurs d'émission prenant en compte un paramètre pouvant varier selon les pratiques d'élevage. L'émission est généralement calculée en associant deux paramètres (ex : un effectif et un niveau d'excrétion) résultant des performances zootechniques de l'élevage.
- Niveau 3 : Il s'agit de facteurs d'émission prenant en compte plus d'un facteur de variation issus des pratiques d'élevage (ex : aménagements dans les bâtiments, conditions climatiques, ...). L'émission est généralement calculée en associant un effectif avec un niveau d'excrétion résultant des performances zootechniques de l'élevage ainsi qu'une information sur le mode de logement, le type de ventilation, la température extérieure, la teneur en matière sèche des effluents ,....

Pour identifier une méthode appropriée pour estimer les émissions gazeuses, il est nécessaire au préalable d'identifier les exigences de l'utilisateur (temps, données d'activité disponibles, périmètre d'étude...).

- Approche filière : Niveau 1 ou 2
- Approche exploitation : Niveau 2
- Approche atelier/bâtiment : Niveau 1, 2 ou 3

1 Emissions de méthane entérique des herbivores

1.1 Equation de quantification du méthane entérique des ruminants (Niveau 3)

Pour les sources d'émissions ayant une contribution importante, l'IPCC (2006) recommande de privilégier les quantifications de niveau tier 3. Les émissions de méthane entérique des ruminants sont évaluées à partir d'une équation spécifiquement développée dans le cadre de l'amélioration des inventaires nationaux d'émissions gazeuses (MONDFERENT, 2013). Cette équation qui permet de calculer de manière spécifique les émissions de méthane entérique des ruminants en fonction de leur alimentation correspond au **niveau 3** en termes de précision.

Les émissions de méthane entérique découlent de la MOD (Matière Organique Digestible) ingérée (Sauvant & Nozière, 2013). La démarche proposée combine les effets du niveau d'ingestion (NI) de matière sèche et de la proportion de concentrés (PCO) selon la relation suivante :

$$\text{CH}_4 \text{ entérique (kg/PMA)} = \text{CH}_4 \text{ (g/kg MOD)} * \text{MOD}_{\text{corrigée}} \text{ (kg/PMA)} / 1000$$

Où:

MOD_{corrigée} : Matière Organique Digestible corrigée par tête, en kg

CH₄ (en g/kg MOD) = 45,42 – 6,66*NI + 0,75*NI² + 19,65*PCO – 35*PCO² - 2,69*NI*PCO

NI : Niveau d'Ingestion (sans unité) = kg de matière sèche ingérée pour 100 kg de poids vif

PCO : proportion de concentrés dans la ration (% de la quantité de matière sèche ingérée).

Équation 1: Calcul des émissions de méthane entérique par animal et par an, pour la catégorie animale considérée (Sauvant & Nozière, 2013)

Les variables MOD (Matière Organique Digestible) et NI (Niveau d'Ingestion) sont des paramètres zootechniques qu'il convient d'estimer selon la méthode Systali (INRA, 2018). Ces données sont indiquées dans la fiche des données d'activités des animaux (fiche 4.3.3).

Au-delà de cette équation, des facteurs d'émission sont proposés dans différentes méthodologies ou sources bibliographiques pour les différentes catégories animales. Ces facteurs sont présentés par espèce et par catégorie animale dans les tableaux suivants. Pour chaque donnée, le niveau de précision (1, 2 ou 3) est précisé.

1.2 Facteurs d'émissions pour les bovins (Niveau 1)

Tableau 1 : Facteurs d'émissions de méthane entérique pour les bovins

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Fermentation entérique	1	<i>IPCC 2006 Tier 1</i>	Vache laitière	-	117,0	kg CH ₄ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
			Autres bovins : vaches allaitantes, taureaux, veaux, animaux en croissance, et à l'engraissement	-	57,0			
		<i>OMINEA 2019</i>	Vache laitière	677 kg de poids vif	99,1-122,1	kg CH ₄ /PMA	= FE x population moyenne annuelle Mondferent I	Population moyenne annuelle (PMA)
			Vache nourrice	655 kg de poids vif	81,0			
			Génisses laitières de renouvellement de plus de 2 ans	583 kg de poids vif	77,7			
			Génisses de boucherie de plus de 2 ans	576 kg de poids vif	63,2			
			Mâles de type laitier de plus de 2 ans	606 kg de poids vif	69,1			
			Mâles de type laitier de plus de 2 ans	652 kg de poids vif	76,3			
			Mâles de type viande de plus de 2 ans	652 kg de poids vif	76,3			
			Génisses laitières de renouvellement de 1 à 2 ans	422 kg de poids vif	55,8			
			Génisses nourrices de renouvellement de 1 à 2 ans	432 kg de poids vif	52,4			
			Génisses de boucherie de 1 à 2 ans	445 kg de poids vif	58,6			
			Mâles de type laitier de 1 à 2 ans	486 kg de poids vif	64,3			

4. Evaluation par poste

			Mâles de type viande de 1 à 2 ans	517 kg de poids vif	69,3	kg CH ₄ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
			Veaux de boucherie	168 kg de poids vif	0,0			
			Autres femelles de moins de 1 an	205 kg de poids vif	22,8			
			Autres mâles de moins de 1 an	205 kg de poids vif	23,8			
		Vermorel et al. 2008	Vache laitière		117,7			
			Vaches allaitantes		86,1			
			Taureaux adultes		92,0			
			Jeunes mâles reproducteurs		64,3			
			Génisses races allaitantes reproduction (0-36 mois)		49,5			
			Génisses races laitières reproduction (0-30 mois)		41,9			
			Génisses races allaitantes production viande (0-26 mois)		47,9			
			Génisses races laitières production viande (0-32 mois)		49,9			
			Taurillons races allaitantes (0-17 mois)		52,4			
			Taurillons races laitières (0-17 mois)		51,0			
			Taurillons races laitières (0-17 mois)	Ration sèche	22,6			
			Taurillons races allaitantes (0-17 mois)	Ration sèche	29,3			
			Taureaux de 2 ans (0-2 ans)		53,3			
			Bœufs de 40 mois (0-40 mois)		52,3			
			Broutards exportés à l'âge de 10 mois		8,3			
			Broutardes exportées à l'âge de 10 mois		5,1			
			Veaux de boucherie		0,0			
			Total bovins en croissance		37,0			

4. Evaluation par poste

1.3 Facteurs d'émission pour les ovins (Niveau 1)

Tableau 2 : Facteurs d'émissions de méthane entérique pour les ovins

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité	
Fermentation entérique		IPCC 2006 Tier 1	Toute catégorie	65 kg de poids vif	8,0	kg CH ₄ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)	
			OMINEA 2019	Agnelles		7,9	kg CH ₄ /PMA	= FE x population moyenne annuelle Mondferent II	Population moyenne annuelle (PMA)
		Brebis mères allaitantes (y c. réforme)			15,9				
		Brebis mères laitières (y c. réforme)			20,3				
		Autres ovins (y compris béliers)			2,3				
		Vermorel et al. 2008	Brebis laitières		14,4	kg CH ₄ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)	
			Brebis allaitantes		11,0				
			Béliers		14,7				
			Agnelles laitières	Agnelage à 13 mois	7,6				
			Agnelles allaitantes	Agnelage à 15 mois	9,3				
			Agneaux race herbe	Herbe seule					1,0
				Herbe + 40 kg concentrés					1,5
				Bergerie + 465 kg concentrés					0,8
Agneaux race rustique	Bergerie + 465 kg concentrés		0,9						
Total ovins			7,3						

1.4 Facteurs d'émission pour les caprins (Niveau 1)

Tableau 3 : Facteurs d'émissions de méthane entérique pour les caprins

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Fermentation entérique	1	IPCC 2006 Tier 1	Toute catégorie	40 kg de poids vif	5,0	kg CH ₄ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
		OMINEA 2019	Chevrettes		9,6	kg CH ₄ /PMA	= FE x population moyenne annuelle Mondferent II	Population moyenne annuelle (PMA)
			Chèvres		17,5			
			Autres caprins (y compris boucs)		8,2			
Vermorel et al. 2008	Total caprin		11,9	kg CH ₄ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)		

1.5 Facteurs d'émission pour les équins (Niveau 1)

Tableau 4 : Facteurs d'émissions de méthane entérique pour les équins

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Fermentation entérique	1	IPCC 2006 Tier 1	Toute catégorie	550 kg de poids vif	18,0	kg CH ₄ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
		Vermorel et al. 2008	Total équin		20,7	kg CH ₄ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)

2 Emissions de méthane entérique des porcins (Niveau 1)

Tableau 5 : Facteurs d'émissions de méthane entérique pour les porcs

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Type élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Fermentation entérique	1	IPCC 2006 Tier 1	Indéfini	-	1,5	kg CH ₄ /PMA	= FE x population moyenne annuelle porcs	Population moyenne annuelle (PMA)
	1	Vermorel et al. 2008	Porcelets en post-sevrage (<20 kg)	-	0,31	kg CH ₄ /place/an	= $\sum_{\text{stade physiologique } i} \text{FE}_{\text{stade physiologique } i} \times \text{nbre places}_{\text{stade physiologiques } i}$	Nbre places par stade physiologique
			Porcs à l'engrais (>20 kg)	-	0,86			
			Cochettes	-	0,78			
			Truies	-	3,01			
			Verrats	-	0,78			
	1	Rigolot et al. 2010	Porcelets en post-sevrage	-	0,90	g CH ₄ /j	= $\sum_{\text{stade physiologique } i} \text{effectif porcs engraisés} \times \text{durée présence}$	Effectif porcs engraisés sur l'année Durée de présence (j)
			Porcs à l'engrais	-	2,30			
			Truies gestantes	-	6,30			
			Truies maternité	-	17,10			
	1	OMINEA 2018 (à partir Rigolot et al. 2010 en considérant teneur en fibres régimes alimentaires)	Verrats (>50kg)	-	0,80	kg CH ₄ /PMA		
			Porcelets non sevrés (<8kg)	-	0			
			Porcelets en post-sevrage	-	0,35			
			Porcs à l'engrais	-	0,84			
			Truies	-	2,60			

3 Références bibliographiques

CITEPA, 2019. Rapport OMINEA –16^{ème} édition

INRA. (2018). *INRA Feeding System for Ruminants*. INRA.

IPCC, 2006. IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories : Volume 4 : Agriculture, forestry and other land use. Intergovernmental Panel on Climate Change. Paris, IPCC.

MONDFERENT I (2013). *Emissions de méthane par les bovins en France*. Theix: INRA.

MONDFERENT II. *Émissions de méthane entérique et MOND des petits ruminants en France*.

Rigolot C., Espagnol S., Robin P., Hassouna M., Béline F., Paillat J-M., Dourmad J-Y., 2010. Modelling of manure production by pigs and NH₃, N₂O and CH₄ emissions. Part II: effect of animal housing, manure storage and treatment practices. *Animal*, 12p. doi : 10.1017/S1751731110000509
Sauvant, D., & Nozière, P. (2013). *La quantification des principaux phénomènes digestifs chez les ruminants : les relations utilisées pour rénover les systèmes d'unités d'alimentation énergétique et protéique*. *INRA Productions Animales*, 26 (4), 327 - 346.

Vermorel M., Jouany J.-P., Eugène M., Sauvant D., Noblet J., Dourmad J.-Y., 2008. Evaluation quantitative des émissions de méthane entérique par les animaux d'élevage en 2007 en France. *INRA Prod. Anim.*, 2008, 21 (5), 403-418