

4.1.2.
Flux Directs

Emissions des déjections animales



Rédacteurs : Vincent Blazy (ITAVI), Sandrine Espagnol (IFIP), Elise Lorinquer (Idele), Paul Ponchant (ITAVI), Aurore Vigan (Idele)

L'objectif de cette fiche est de fournir les éléments de compréhension des principes de calcul des flux directs des composés polluants des élevages. Il fait état d'une synthèse des méthodes les plus utilisées selon le temps disponible pour l'évaluation des flux et des données disponibles.

Remarque : Les données parues dans le dernier rapport du GIEC 2019 n'ont pas pu être incluses dans cette fiche.

Contenu

1	Rappel sur les sources et processus d'émissions	3
1.1	Le méthane (CH ₄).....	3
1.2	Le protoxyde d'azote (N ₂ O)	3
1.3	Le dioxyde de carbone (CO ₂)	4
1.4	L'ammoniac et les oxydes d'azote.....	4
1.4.1	L'ammoniac (NH ₃).....	4
1.4.2	Les oxydes d'azote (NO _x)	4
1.5	Particules et composés organiques volatils	4
1.5.1	Particules	4
1.5.2	Composés organiques volatils (COVNM).....	5
2	Méthodes d'estimation	5
2.1	Principes des modes de calcul.....	5
2.2	Facteurs d'émissions et mode de calcul pour les élevages herbivores.....	7
2.2.1	Méthane	9
2.2.2	Protoxyde d'azote	11
2.2.3	Ammoniac.....	13
2.2.4	Oxyde d'azote.....	18
2.2.5	Particules	19
2.2.6	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	23

2.3	Facteurs d'émissions et mode de calcul pour la filière Porc	26
2.3.1	Méthane	26
2.3.2	Protoxyde d'azote	28
2.3.3	Ammoniac.....	31
2.3.4	Oxydes d'azote	36
2.3.5	Particules	37
2.3.6	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	38
2.3.7	Pertes totales N sur les étapes « Bâtiment » et « Stockage » pour la filière porc	39
2.4	Facteurs d'émissions et mode de calcul pour la filière Volailles	40
2.4.1	Méthane	40
2.4.2	Protoxyde d'azote	41
2.4.3	Ammoniac.....	42
2.4.4	Oxydes d'azote	43
2.4.5	Particules	43
2.4.6	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	44
2.4.7.	Pertes totales N sur les étapes « Bâtiment/ parcours » et « Stockage » pour la filière volaille	45
2.5	Facteurs d'abattement des émissions gazeuses	46
2.5.1	Pâturage et Parcours	46
2.5.2	Bâtiment	46
2.5.3	Stockage / traitement.....	50
3	Références bibliographiques :	52

1 Rappel sur les sources et processus d'émissions

Les déjections animales, par leur composition en matière organique et en azote, sont des sources potentielles d'émissions de gaz à effet de serre et d'ammoniac. Les activités d'élevages sont également sources d'émissions de particules (poils, matériaux de litière...). Ces émissions de polluants se répartissent sur l'ensemble de l'atelier « Elevage » avec différents postes d'émissions : (i) pâturages/parcours, (ii) bâtiments d'élevage, (iii) stockage des effluents, (iv) traitement éventuel, et (v) épandage.

Les principaux gaz à effet de serre émis en élevage qui participent à l'impact changement climatique sont : le méthane (CH_4), le protoxyde d'azote (N_2O) et de dioxyde de carbone (CO_2). Concernant l'impact qualité de l'air, ce sont les particules (classées selon leur taille) qui sont impliquées, ainsi que les précurseurs de particules dont notamment l'ammoniac (NH_3).

1.1 Le méthane (CH_4)

Le méthane est produit en milieu anaérobie dans lequel des chaînes de minéralisation anaérobie se constituent. Divers groupes de bactéries se relayent pour transformer les polymères organiques en des molécules plus simples comme CH_4 , CO_2 , H_2 , H_2O , etc. (Guérin *et al.*, 2006).

Les déjections animales sont, selon leur nature physique, plus ou moins soumises à des conditions anaérobies. La matière organique est dégradée par voie biologique pour produire du CH_4 . Ainsi, un lisier non aéré ou un fumier très tassé ou pauvre en matière sèche (MS) émettra beaucoup de CH_4 , car des zones anaérobies vont être conservées à l'intérieur du lisier ou du tas de fumier (Espagnol *et al.*, 2006).

1.2 Le protoxyde d'azote (N_2O)

La formation du N_2O a lieu au cours du processus de nitrification/dénitrification qui se produit lors de l'étape de stockage ou de traitement des déjections et consécutivement à l'épandage des effluents sur les sols agricoles.

Au niveau du stockage ou du traitement des effluents (traitement biologique par nitrification/dénitrification visant à un abattement de l'azote des lisiers), deux mécanismes peuvent expliquer les émissions de N_2O . Le premier est l'inhibition de la nitrification par manque d'oxygène et/ou du fait de l'accumulation du NO_2^- . Dans ces conditions, les bactéries autotrophes sont capables de réduire le NO_2^- en N_2O afin de pallier au manque d'oxygène et à l'accumulation toxique du NO_2^- . Le second est l'inhibition partielle de la dénitrification par la présence d'oxygène dissous et/ou un manque de carbone assimilable. Dans ce cas, la dénitrification est incomplète et s'arrête à l'étape de production du N_2O (Degré *et al.* 2001).

Du N_2O est émis également par les sols agricoles suite aux épandages de déjections animales. Ces émissions peuvent être la conséquence, directement de l'apport de sources azotées organiques, mais aussi minérales, ou indirectement de la dénitrification de l'azote lessivé ou du dépôt de l'azote atmosphérique.

1.3 Le dioxyde de carbone (CO₂)

La production de CO₂ par les déjections est liée à leur gestion qui conduira ou non à une disponibilité en oxygène. Le maintien en conditions aérobies permettra la transformation d'une partie des produits carbonés en CO₂, alors que les conditions anaérobies favoriseront la dégradation de la matière organique et donc la production de méthane et de CO₂. Par exemple, un fumier riche en litière et bien aéré émettra une quantité importante de CO₂, alors qu'un lisier non aéré émettra surtout du biogaz formé d'environ 60% de CO₂ en base massique (Marquis, 2002). Les émissions de CO₂ des déjections ne sont pas prises en compte dans ce guide, car considérées dans le cycle court du carbone. Aucun facteur d'émissions CO₂ n'est donc fourni concernant la gestion des effluents.

1.4 L'ammoniac et les oxydes d'azote

1.4.1 L'ammoniac (NH₃)

Chez les volailles, sa production résulte de l'hydrolyse, par des bactéries uricolytiques, de l'acide urique présente dans les fientes, en urée, puis de la transformation de l'urée en azote ammoniacal par l'action de l'uréase (Baltazart, 2010).

Chez les porcs et les bovins, l'uréase, produite par les bactéries présentes dans les fèces ou dans l'environnement, agit sur l'urée de l'urine, pour aboutir au même phénomène (Cortus *et al.*, 2008, Monteny et Erisman, 1998).

De nombreux facteurs vont influencer la vitesse de dégradation de l'acide urique et de l'urée en azote ammoniacal, la température, le pH et/ou l'humidité (Groot Koerkamp, 1994). La volatilisation de l'azote ammoniacal en ammoniac est quant à elle influencée par la température, le pH des déjections et la surface et le temps de contact entre les déjections avec l'air.

1.4.2 Les oxydes d'azote (NO_x)

Les oxydes d'azote (communément définis comme NO_x = NO + NO₂ - précurseur de particules) proviennent majoritairement de la combustion des combustibles fossiles et de quelques procédés industriels (production d'acide nitrique, fabrication d'engrais, etc.). Cependant lors de la gestion des effluents des émissions de NO_x ont lieu. Elles surviennent notamment lors des phases de nitrification/dénitrification qui aboutissent non seulement à l'émission de protoxyde d'azote, mais également à des émissions de NO et de N₂.

1.5 Particules et composés organiques volatils

1.5.1 Particules

Deux catégories de particules, les PM₁₀ et PM_{2,5}, qualifiées de respirables font l'objet d'une surveillance accrue depuis plus de vingt ans. Elles présentent un impact sur la santé et l'environnement. Ainsi, les particules PM₁₀ (diamètre aérodynamique inférieur à 10µm) ont été les premières à être mesurées dans le cadre du suivi de la qualité de l'air. Les particules PM_{2,5} ou particules fines (diamètre aérodynamique inférieur à 2,5µm) sont prises en compte depuis 2008 dans les inventaires nationaux. Au niveau de l'élevage, plusieurs facteurs sont responsables des émissions

de particules primaires : l'activité et l'alimentation des animaux, la litière, la gestion et la composition des effluents ainsi que les caractéristiques des bâtiments (taille, type de sol, gestion de l'ambiance). Tout ce qui favorise l'activité des animaux génère davantage de particules primaires. Ensuite, la saison et la période de la journée influent aussi : chaleur et lumière sont plutôt propices à l'émission de particules.

1.5.2 Composés organiques volatils (COVNM)

Les émissions de composés organiques non volatils dues à l'élevage sont principalement liées au type de ration des animaux. En effet, les fermentations des ensilages, les fermentations du rumen, les graisses partiellement digérées, la décomposition des protéines et glucides dans le rumen et les déjections sont des sources d'émissions de CONNM (d'après EMEP, 2016).

2 Méthodes d'estimation

2.1 Principes des modes de calcul

L'élevage participe aux émissions gazeuses (NH_3 , N_2O , NO_x , N_2 , CH_4 et CO_2) avec de multiples postes d'émissions allant des bâtiments abritant les animaux et leurs déjections jusqu'à l'épandage des effluents et au pâturage

Les animaux d'élevage vont excréter des éléments volatilissables comme l'azote et la matière organique dans leurs déjections. Pour chaque poste d'un élevage (bâtiment, pâturage/parcours, stockage, traitement, épandage), l'azote et la matière organique vont se volatiliser en fonction des dispositifs/équipements/caractéristiques de l'élevage. Le calcul des émissions sur l'ensemble de l'atelier d'élevage est obtenu par un calcul des flux à partir de bilan massique pour chaque poste de l'élevage (Figure 1). Ainsi, à partir d'une valeur d'azote ou de Matière Organique ingérée, une quantité d'élément est excrétée au bâtiment ou au pâturage. Des facteurs d'émissions sont associés à cette excrétion durant cette période. La quantité d'éléments restants (non volatilisés) à la sortie du bâtiment, va devenir la quantité entrante dans le poste suivant (ici : stockage des effluents) et va se retrouver associée à des facteurs d'émission spécifique de ce poste. Ce calcul « en cascade » des flux entrants et sortants à chaque étape de la gestion des effluents dans l'atelier élevage permet de différencier les facteurs d'émissions en fonction des pratiques et d'apporter de la précision aux calculs des émissions.

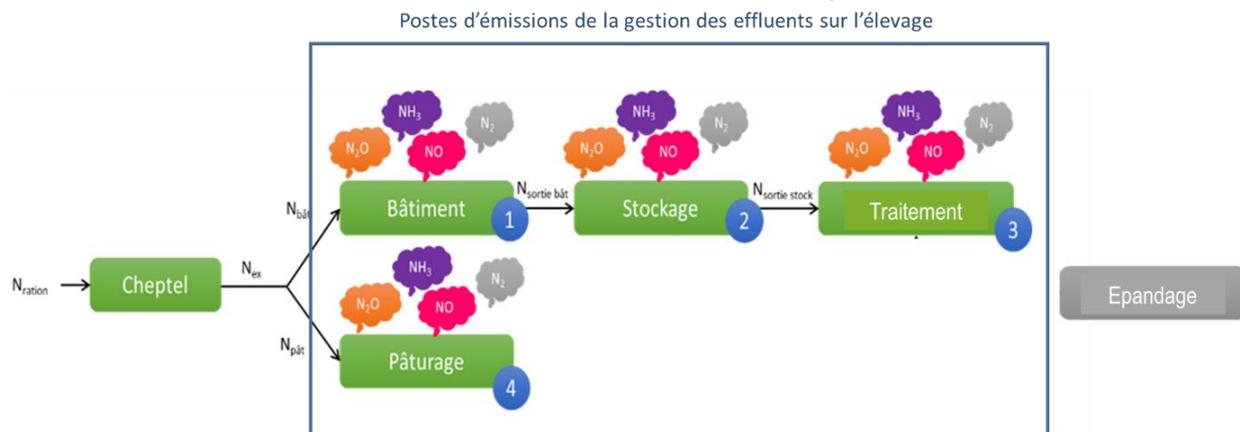


Figure 2 - Postes d'émissions azotées d'un élevage liés à la gestion des effluents (adaptation du guide méthodologique CAP'2ER, Idele, 2018)

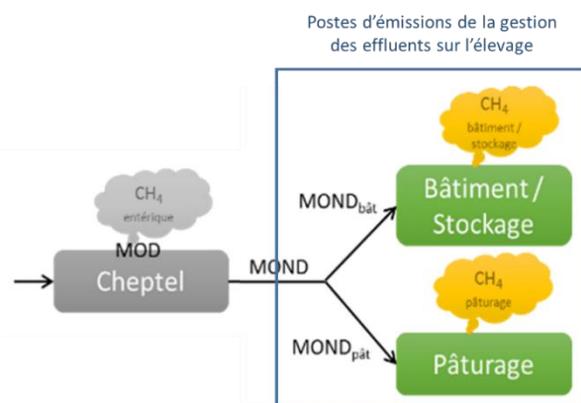


Figure 2 – Postes d'émissions en méthane d'un atelier d'élevage liés à la gestion des effluents (adaptation du guide méthodologique CAP'2ER, Idele, 2018)

Les instituts techniques, en collaboration avec l'INRAE, et les chambres d'agriculture, mènent depuis plusieurs années des travaux pour évaluer les émissions sur les différents postes de l'élevage en essayant de prendre en compte les différentes configurations d'élevage représentatives de la diversité française. Ainsi, plusieurs paramètres influent sur le niveau d'émissions gazeuses en bâtiment, parmi lesquels on recense :

- pour les déjections bovines : la catégorie animale, le type d'alimentation, le temps de présence des animaux en bâtiment vs au pâturage, le type de bâtiment, le taux de paillage, le mode de gestion des déjections, ...
- pour les déjections porcines : le type de sol (caillebotis intégral, caillebotis partiel et litière), le stade physiologique (porc à l'engrais, porcelet et truie), le temps de présence des animaux par stade physiologique, les modalités de gestion des effluents avec notamment les fréquences d'évacuation, ...
- pour les déjections avicoles : l'espèce et le mode de production, le poids et l'âge des animaux, les types de déjections (liquide ou solide), les systèmes de régulation de l'ambiance des bâtiments, les performances zootechniques, ...

Au stockage, les paramètres qui influent sur les émissions gazeuses sont :

- la configuration des unités de stockage pour le stockage des lisiers avec la surface de stockage résultante
- la couverture des effluents qui limite le contact entre l'air et les déjections. Le stockage sous hangar ou fumière couverte des effluents solides permet également de limiter l'humidification de tas de fumier.
- le séchage des effluents (dans le cas des fientes de poules pondeuses) qui permet de ralentir l'activité des microorganismes responsable de la dégradation de l'azote et de la matière organique.

Des émissions gazeuses ont également lieu de l'épandage des effluents. Ce poste d'émissions n'est pas géré dans cette fiche mais dans la [Fiche 4.1.3](#).

Ce guide GES'TIM+ propose plusieurs facteurs d'émissions et méthode d'estimation des émissions gazeuses en élevage. Ces facteurs d'émissions sont issus de méthodologies internationales de calculs (notamment l'EMEP 2016 pour l'ammoniac, le COVNM et les particules, et les GIEC 2006 pour les GES et / ou de publications scientifiques des organismes de recherche, dont font partie les Instituts Techniques). 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.

On retrouve les trois niveaux présents dans l'ensemble du guide :

- Niveau 1 : il s'agit de facteurs d'émission globaux. L'émission est calculée en associant une donnée globale au facteur d'émission, typiquement un effectif d'animaux pour ces postes d'émissions liées aux effluents d'élevage.
- Niveau 2 : Facteurs d'émission prenant en compte un paramètre pouvant varier selon les pratiques d'élevage. L'émission est généralement calculée en associant deux paramètres comme un effectif d'animaux et un niveau d'excrétion, résultant des performances zootechniques de l'élevage.
- Niveau 3 : Facteurs d'émission prenant en compte plus d'un facteur de variation issus des pratiques d'élevage avec par exemple des aménagements dans les bâtiments, des conditions climatiques, L'émission est généralement calculée en associant un effectif d'animaux 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.

2.2 Facteurs d'émissions et mode de calcul pour les élevages herbivores

Pour les bovins, dans le cas où le bâtiment présente une zone de couchage des animaux sur litière et une aire d'exercice raclée (ou une zone en caillebotis et une aire d'exercice raclée), il conviendra de pondérer les FE des différentes zones.

L'équation devient alors :

Emissions = (FE raclé x % déjections sur aire raclée + FE litière x % déjections sur litière accumulée + FE lisier x % déjections sur caillebotis) x UGB x temps présence /1000

4. Evaluation par poste

2.2.1 Méthane

Tableau 1 : Facteurs d'émissions de méthane 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
Bâtiment Stockage	2	IPCC 2006	Vache laitière	Effluent liquide et stockage fosse T°C moyenne annuelle 16°C	37,0	kg CH ₄ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
			Autres bovins		11,0			
		Mondférent , 2013	Vache laitière		20,91	kg CH ₄ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
			Génisses 0-1 an		2,36			
			Génisses 1-2 ans		7,30			
			Génisses > 2 ans		9,26			
			Vaches allaitantes		13,82			
			Génisses 0-1 an		2,58			
			Génisses 1-2 ans		4,20			
			Génisses > 2 ans		9,89			
			Mâles 0-1 an (brouards)		0,00			
			Mâles 0-1 an (taurillons viande)		3,65			
			Mâles 0-1 an (taurillons lait)		7,89			
			Mâles 0-1 an (bœufs)		3,47			
			Mâles 1-2 ans (taurillons viande)		16,58			
			Mâles 1-2 ans (taurillons lait)		16,10			
			Mâles 1-2 ans (bœufs)		7,73			
			Mâles 2-3 ans (bœufs)		9,27			

Tableau 2 : Facteurs d'émissions de méthane 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
Bâtiment Stockage	2	IPCC 2006	Toute catégorie	Effluent liquide et stockage fosse T°C moyenne annuelle tempérée (15-25°C)	0,28	kg CH ₄ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)

4. Evaluation par poste

Tableau 3 : Facteurs d'émissions de méthane 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
Bâtiment Stockage	2	IPCC 2006	Toute catégorie	Effluent liquide et stockage fosse T°C moyenne annuelle tempérée (15-25°C)	0,20	kg CH ₄ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)

Tableau 4 : Facteurs d'émissions de méthane 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
Bâtiment Stockage	2	IPCC 2006	Toute catégorie	Effluent liquide et stockage fosse T°C moyenne annuelle tempérée (15-25°C)	2,34	kg CH ₄ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)

2.2.2 Protoxyde d'azote

Tableau 5 : Facteurs d'émissions de protoxyde d'azote pour les bovins (TAN : Teneur en Azote Ammoniacale)

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité	
Bâtiment	2	IPCC 2006 Tier 1 et OMINEA 2019	Vache laitière	litière accumulée, pas de mixage	0,010	kg N-N ₂ O/kg N excrété	=FE x N excrété x 44/28	N excrété (kg)	
			Autres bovins	litière accumulée, pas de mixage	0,010				
			Non défini	Système lisier avec évacuation fréquente	0				
Stockage		EMEP 2016	Toute catégorie		lisier sans croûte naturelle	0,000	kg N-N ₂ O/kg TAN stocké	= FE x TAN stocké x 44/28	TAN effluents entrée stockage (kg)
					lisier avec croûte naturelle	0,010			
					solide	0,020			
		IPCC 2006 Tier 1 et OMINEA 2019	Vache laitière		solide/fumier	0,005	kg N-N ₂ O/kg N excrété	=FE x N excrété x 44/28	N excrétée (kg)
					liquide/lisier stocké en cuve ou cuve avec croûte naturelle	0,005			
					liquide/lisier stocké en cuve ou cuve sans croûte naturelle	0,000			
	Autres bovins			solide/fumier	0,005				
				liquide/lisier stocké en cuve ou cuve avec croûte naturelle	0,005				
				liquide/lisier stocké en cuve ou cuve sans croûte naturelle	0,000				

Tableau 6 : Facteurs d'émissions de protoxyde d'azote 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
Stockage	2	EMEP 2016	Toute catégorie	solide	0,02	kg N-N ₂ O/kg TAN stocké	= FE x TAN stocké x 44/28	TAN effluents entrée stockage (kg)

4. Evaluation par poste

Tableau 7 : Facteurs d'émissions de protoxyde d'azote 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
Stockage	2	EMEP 2016	Toute catégorie	solide	0,02	kg N-N ₂ O/kg TAN stocké	= FE x TAN stocké x 44/28	TAN effluents entrée stockage (kg)

Tableau 8 : Facteurs d'émissions de protoxyde d'azote 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
Stockage	2	EMEP 2016	Toute catégorie	solide	0,02	kg N-N ₂ O/kg TAN stocké	= FE x TAN stocké x 44/28	TAN effluents entrée stockage (kg)

2.2.3 Ammoniac

Tableau 9 : Facteurs d'émissions d'ammoniac pour les bovins (1/2)

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Bâtiment	2	EMEP 2016 et OMINEA 2019	Vache laitière	lisier	0,200	kg N-NH ₃ /kg TAN excrété	= FE x TAN excrété x 17/14	TAN excrété (kg)
				fumier	0,190			
			Autres bovins	lisier	0,200			
				fumier	0,190			
		EMEP 2016	Vache laitière	lisier d'étable entravée	0,066	kg N-NH ₃ /kg TAN excrété	= FE x TAN excrété x 17/14	TAN excrété (kg)
				fumier d'étable entravée				
				lisier - cour extérieure	0,300			
				fumier - cour extérieure				
				lisier d'étable entravée - cour extérieure				
				fumier d'étable entravée - cour extérieure				
Autres bovins	lisier - cour extérieure	0,530						
	fumier - cour extérieure							
Stockage	2	EMEP 2016 et OMINEA 2019	Vache laitière	lisier	0,200	kg N-NH ₃ /kg TAN stocké	= FE x TAN stocké x 17/14	TAN effluents entrée stockage (kg)
				fumier	0,270			
		Autres bovins	lisier	0,200				
			fumier	0,270				
EMEP 2016	Vache laitière	lisier d'étable entravée	0,200	kg N- NH ₃ /kg TAN stocké	= FE x TAN stocké x 17/14	TAN effluents entrée stockage (kg)		
		fumier d'étable entravée	0,270					
Pâturage	2	EMEP 2016 et OMINEA 2019	Vache laitière	lisier	0,10	kg N-NH ₃ .kg de TAN excrété pâturage	= FE x TAN excrétée pâturage x 17/14	TAN excrété pâturage (kg)
				fumier				
		EMEP 2016	Vache laitière	lisier d'étable entravée	0,10			
				fumier d'étable entravée				
		EMEP 2016 et OMINEA 2019	Autres bovins	lisier	0,06			
				fumier				
EMEP 2016	Vache laitière	Effluent liquide	2,9	Kg NH ₃ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)		
		Effluent solide						
	Autres bovins	Effluent liquide	0,8					
		Effluent solide						

4. Evaluation par poste

Tableau 10 : Facteurs d'émissions d'ammoniac pour les bovins (2/2)

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Bâtiment, Stockage, Cour extérieure	1	EMEP 2016	Vache laitière	Effluent liquide	19,2	Kg NH ₃ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
				Effluent solide	16,9			
			Autres bovins	Effluent liquide	6,9			
				Effluent solide	6,2			

Tableau 11 : Facteurs d'émissions d'ammoniac 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
Bâtiment	2	EMEP 2016 et OMINEA 2019	Toute catégorie	fumier	0,22	kg N-NH ₃ /kg TAN excrété	= FE x TAN excrété x 17/14	TAN excrété (kg)
		EMEP 2016		fumier - cour extérieure	0,75	kg N-NH ₃ /kg TAN excrété		
Stockage		EMEP 2016 et OMINEA 2019	Toute catégorie	fumier	0,28	kg N-NH ₃ /kg TAN stocké	= FE x TAN stocké x 17/14	TAN effluents entrée stockage (kg)
Pâturage		EMEP 2016 et OMINEA 2019	Toute catégorie	fumier	0,09	kg N-NH ₃ /kg TAN excrété pâturage	= FE x TAN excrété épandage x 17/14	TAN excrété pâturage (kg)
	EMEP 2016	Toute catégorie	Effluent solide	0,80	Kg NH ₃ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)	

4. Evaluation par poste

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Bâtiment, Stockage, Cour extérieure	1	EMEP 2016	Toute catégorie	Effluent solide	0,40	Kg NH ₃ /PMA		Population moyenne annuelle (PMA)

4. Evaluation par poste

Tableau 12 : Facteurs d'émissions d'ammoniac 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
Bâtiment	2	EMEP 2016 et OMINEA 2019	Toute catégorie	fumier	0,22	kg N-NH ₃ /kg TAN excrété	= FE x TAN excrété x 17/14	TAN excrété (kg)
Stockage			Toute catégorie	fumier	0,28	kg N-NH ₃ /kg TAN stocké	= FE x TAN stocké x 17/14	TAN effluents entrée stockage (kg)
Pâturage		EMEP 2016 et OMINEA 2019	Toute catégorie	fumier	0,09	kg N-NH ₃ /kg TAN excrété pâturage	= FE x TAN excrété épandage x 17/14	TAN excrété pâturage (kg)
		EMEP 2016	Toute catégorie	Effluent solide	0,80	Kg NH ₃ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
Bâtiment, Stockage, Cour extérieure	1	EMEP 2016	Toute catégorie	Effluent solide	0,40	Kg NH ₃ /PMA		Population moyenne annuelle (PMA)

4. Evaluation par poste

Tableau 13 : Facteurs d'émissions d'ammoniac 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	
Bâtiment	2	<i>EMEP 2016 et OMINEA 2019</i>	Toute catégorie	fumier	0,22	kg N-NH ₃ /kg TAN excrété	= FE x TAN excrété x 17/14	TAN excrétée (kg)	
		<i>EMEP 2016</i>		fumier - cour extérieure	0,75	kg N-NH ₃ /kg TAN excrété			
Stockage		<i>EMEP 2016 et OMINEA 2019</i>	Toute catégorie	fumier	0,35	kg N-NH ₃ /kg TAN stocké	= FE x TAN stocké x 17/14	TAN effluents entrée stockage (kg)	
Pâturage		<i>EMEP 2016 et OMINEA 2019</i>	Toute catégorie	fumier	0,35	kg N-NH ₃ /kg TAN excrété pâturage	= FE x TAN excrété épandage x 17/14	TAN excrété pâturage (kg)	
		<i>EMEP 2016</i>	Toute catégorie	Effluent solide	6,10	Kg NH ₃ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)	
Bâtiment, Stockage, Cour extérieure		1	<i>EMEP 2016</i>	Toute catégorie	Effluent solide	7,00	Kg NH ₃ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)

2.2.4 Oxyde d'azote

Tableau 14 : Facteurs d'émissions d'oxyde d'azote 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
Stockage	1	EMEP 2016	Vache laitière	Effluent liquide	0,011	kg NO/PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
				Effluent solide	0,236			
			Autres bovins	Effluent liquide	0,003			
				Effluent solide	0,144			

Tableau 15 : Facteurs d'émissions d'oxyde d'azote 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
Stockage	1	EMEP 2016	Toute catégorie	Effluent solide	0,008	Kg NO/PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)

Tableau 16 : Facteurs d'émissions d'oxyde d'azote 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
Stockage	1	EMEP 2016	Toute catégorie	Effluent solide	0,008	Kg NO/PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)

Tableau 17 : Facteurs d'émissions d'oxyde d'azote 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
Stockage	1	EMEP 2016	Toute catégorie	Effluent solide	0,201	Kg NO/PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)

4. Evaluation par poste

2.2.5 Particules

Tableau 18 : Emissions de particules par 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
TSP								
Multiposte	1	EMEP, Tier1 2016	Vache laitière	Avec ensilage dans la ration	1,38	kg TSP/PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
				Effluent liquide	1,81			
				Effluent solide	0,94			
			Autres bovins	Avec ensilage dans la ration	0,59			
				Effluent liquide	0,69			
				Effluent solide	0,52			
PM10								
Multiposte	1	EMEP, Tier1 2016	Vache laitière	Sans ensilage dans la ration	0,63	kg PM ₁₀ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
				Effluent liquide	0,83			
				Effluent solide	0,43			
			Autres bovins	Sans ensilage dans la ration	0,27			
				Effluent liquide	0,32			
				Effluent solide	0,24			
PM2.5								
Multiposte	1	EMEP, Tier1 2016	Vache laitière	Sans ensilage dans la ration	0,41	kg PM _{2.5} /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
				Effluent liquide	0,54			
				Effluent solide	0,28			
			Autres bovins	Sans ensilage dans la ration	0,18			
				Effluent liquide	0,21			
				Effluent solide	0,16			

4. Evaluation par poste

Tableau 19 : Emissions de particules par 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
TSP								
Multiposte	1	EMEP, 2016 Tier1	Toute catégorie	Avec ensilage dans la ration	0,14	Kg TSP/PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
PM10								
Multiposte	1	EMEP, 2016 Tier1	Toute catégorie	Sans ensilage dans la ration	0,06	kg PM ₁₀ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
PM2.5								
Multiposte	1	EMEP, 2016 Tier1	Toute catégorie	Sans ensilage dans la ration	0,02	kg PM _{2.5} /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)

4. Evaluation par poste

Tableau 20 : Emissions de particules par 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
TSP								
Multiposte	1	EMEP, 2016 Tier1	Toute catégorie	Avec ensilage dans la ration	0,14	Kg TSP/PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
PM10								
Multiposte	1	EMEP, 2016 Tier1	Toute catégorie	Sans ensilage dans la ration	0,06	kg PM ₁₀ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
PM2.5								
Multiposte	1	EMEP, 2016 Tier1	Toute catégorie	Sans ensilage dans la ration	0,02	kg PM _{2.5} /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)

4. Evaluation par poste

Tableau 21 : Emissions de particules par 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
TSP								
Multiposte	1	EMEP, 2016 Tier1	Toute catégorie	Avec ensilage dans la ration	0,48	Kg TSP/PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
PM10								
Multiposte	1	EMEP, 2016 Tier1	Toute catégorie	Sans ensilage dans la ration	0,22	kg PM ₁₀ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
PM2.5								
Multiposte	1	EMEP, 2016 Tier1	Toute catégorie	Sans ensilage dans la ration	0,14	kg PM _{2.5} /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)

2.2.6 Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)

Tableau 22 : Facteurs d'émissions de COVNM 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
Bâtiment	2	EMEP 2016	Vache laitière	Sans ensilage	0,0000353	kg COVNM / MJ ingestion alimentaire	= FE x MJ/kg aliment x ingestion totale	Quantité d'énergie ingérée entrée bâtiment (MJ/kg intrant alimentaire)
				Avec ensilage	0,0002002			
			Autres bovins	Sans ensilage	0,0000353			
				Avec ensilage	0,0002002			
Pâturage	2	EMEP 2016	Vache laitière	-	0,0000069	kg COVNM/PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
			Autres bovins	-	0,0000069			
Bâtiment, Stockage, Epannage, Pâturage	1	EMEP 2016	Vache laitière	Avec ensilage	17,937	kg COVNM/PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
			Vache laitière	Sans ensilage	8,047			
			Autres bovins	Avec ensilage	8,902			
			Autres bovins	Sans ensilage	3,602			

4. Evaluation par poste

Tableau 23 : Facteurs d'émissions de COVNM 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
Bâtiment	2	EMEP 2016	Toute catégorie	Sans ensilage	0,001614	kg COVNM / MJ ingestion alimentaire	= FE x MJ/kg aliment x ingestion totale	Quantité d'énergie ingérée entrée bâtiment (MJ/kg intrant alimentaire)
				Avec ensilage	0,01076			
Pâturage				-	0,00002349			
Bâtiment, Stockage, Epannage, Pâturage	1	EMEP 2016	Toute catégorie	Avec ensilage	0,279	kg COVNM/PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
				Sans ensilage	0,169			

Tableau 24 : Facteurs d'émissions de COVNM 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
Bâtiment	2	EMEP 2016	Toute catégorie	Sans ensilage	0,001614	kg COVNM / MJ ingestion alimentaire	= FE x MJ/kg aliment x ingestion totale	Quantité d'énergie ingérée entrée bâtiment (MJ/kg intrant alimentaire)
				Avec ensilage	0,01076			
Pâturage				-	0,00002349			
Bâtiment, Stockage, Epannage, Pâturage	1	EMEP 2016	Toute catégorie	Avec ensilage	0,624	kg. NMCOV/PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
				Sans ensilage	0,542			

4. Evaluation par poste

Tableau 25 : Facteurs d'émissions de COVNM 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
Bâtiment	2	EMEP 2016	Toute catégorie	Sans ensilage	0,001614	kg COVNM / MJ ingestion alimentaire	= FE x MJ/kg aliment x ingestion totale	Quantité d'énergie ingérée entrée bâtiment (MJ/kg intrant alimentaire)
Pâturage				Avec ensilage	0,01076			
				-	0,00002349			
Bâtiment, Stockage, Epannage, Pâturage	1	EMEP 2016	Toute catégorie	Avec ensilage	7,781	kg COVNM/PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
				Sans ensilage	4,275			

2.3 Facteurs d'émissions et mode de calcul pour la filière Porc

Dans les élevages porcins, un bâtiment peut être muni de salles sur caillebotis et de salles sur litière, les émissions totales de l'élevage sont donc obtenues en additionnant l'ensemble des émissions de ces deux bâtiments.

2.3.1 Méthane

Tableau 26 : Facteurs d'émissions de méthane pour les porcs (1/2)

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Type élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Bâtiment (fermentation entérique & gestion effluents)	1	Philippe et Nicks, 2015	Truies en gestation	Système lisier sur caillebotis	2,62	Kg eqCO ₂ /500 kg PV/j	=FE x Poids vif animaux produits sur l'année / 500 x durée présence	Poids vif animaux produits sur l'année (kg) Durée présence (j)
			Truies en lactation		3,77			
			Porcelets en post-sevrage		4,37			
			Porcs à l'engraissement		2,98			
Gestion effluents (bâtiment – stockage)	1	IPCC 2006 Tier1	Porcs engraisés	Western Europe Liquid/slurry and pit storage – average of 12°C	7	Kg CH ₄ /PMA	=FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
			Reproducteurs	Western Europe Liquid/slurry and pit storage – average of 12°C	10		=FE x population moyenne annuelle	
	2	IPCC 2006 Tier2	Indéfini	Système lisier – 12°C	20	%	=FE x MO excrétée (kg/an) x B ₀ x 0.67 Avec : B ₀ =0.45 m ³ CH ₄ /kg MO excrétée	MO excrétée (kg) Système d'élevage
			Indéfini	Système fumier en litière accumulée – 12°C	20			
			Indéfini	Système fumier avec litière évacuée régulièrement – 12°C	2			

4. Evaluation par poste

Tableau 27 : Facteurs d'émissions de méthane pour les porcs (2/2)

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Type élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Gestion effluents air	2	IPCC 2006 Tier2	Indéfini	-	1	-	-	-
Traitement	2	Rigolot et al., 2010	Indéfini	Traitement biologique sans séparation de phase	5,1	% C traité	= FE x C traité x 16/14	Carbone effluents entrée traitement (kg) Type de traitement
				Traitement biologique avec séparation de phase (vis compacteuse)	5,2			
				Traitement biologique avec séparation de phase (centrifugeuse)	5,7			
				Compostage de lisier sur paille	0,06			
	3		Indéfini	Compostage de fumier	0,015 (0,0002 -0,015)	Kg C-CH ₄ / kg C traité	= FE x C traité x 16/14 x FA _{C/N} x FA _{température} x FA _{durée} Avec : FA _{C/N} : effet rapport C/N FA _{température} : effet température extérieure FA _{durée} : effet durée compostage	Carbone effluents entrée traitement (kg) Type de traitement Rapport C/N Température (°C) Durée compostage (j)

2.3.2 Protoxyde d'azote

Tableau 28 : Facteur d'émissions de protoxyde d'azote pour les porcs (1/3)

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Bâtiment	1	<i>Philippe et Nicks, 2015</i>	Truies en gestation	Système lisier sur caillebotis	0,23	Kg eqCO ₂ /500 kg PV/j	=FE x Poids vif animaux produits sur l'année / 500 x durée présence	Poids vif animaux produits sur l'année (kg) Durée présence (j)
			Truies en lactation		0,06			
			Porcelets en post-sevrage		0,38			
			Porcs à l'engraissement		0,83			
	2	<i>IPCC 2006 Tier2, Mondférent2, 2015</i>	Indéfini	Système lisier avec stockage des effluents sous les animaux	0,002	Kg N-N ₂ O/kg N excréte	=FE x N excréte x 44/28	N excréte (kg)
	2	<i>IPCC 2006 Tier2, OMINEA 2018</i>	Indéfini	Système lisier avec évacuation fréquente et stockage ext sans croûte naturelle	0	Kg N-N ₂ O/kg N excréte	=FE x N excréte x 44/28	N excréte (kg)
	2	<i>IPCC 2006 Tier2</i>	Indéfini	Système fumier en litière accumulée	0,07	Kg N-N ₂ O/kg N excréte	=FE x N excréte x 44/28	N excréte (kg)
	2	<i>IPCC 2006 Tier2, OMINEA 2018</i>	Indéfini	Système fumier avec litière évacuée régulièrement	0,005	Kg N-N ₂ O/kg N excréte	=FE x N excréte x 44/28	N excréte (kg)
	2	<i>Corpen 2003</i>	Indéfini	Système lisier	0	% N excréte	=FE x N excréte x 44/28	N excréte (kg)
			Indéfini	Système sur paille	4			
Indéfini			Système sur sciure	8				

4. Evaluation par poste

Tableau 29 : Facteur d'émissions de protoxyde d'azote pour les porcs (2/3)

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Bâtiment (suite)	3	Rigolot et al., 2010, MONDFERENT2, 2015	Indéfini	Système sur paille	0,048	Kg N-N ₂ O/kg N excréte	$=FE \times 0.8 \times 2 \times N_{\text{excrété}} \times \frac{44}{28} \times FA_{\text{surface}} \times FA_{\text{maintenance}}$ Avec : $FA_{\text{surface}} \quad 0.8 \quad - \quad 1m^2/\text{porc} ; 0.5 \quad - \quad 2m^2/\text{porc}$ $FA_{\text{maintenance}} \quad 0.8 \text{ - litière sèche} ; 0.5 \text{ - litière humide}$	N excréte (kg) Type de litière Surface par porc Maintenance litière
			Indéfini	Système sur sciure	0,072	Kg N-N ₂ O/kg N excréte	$=FE \times 0.8 \times 2 \times N_{\text{excrété}} \times \frac{44}{28} \times FA_{\text{surface}} \times FA_{\text{maintenance}}$ Avec : $FA_{\text{surface}} \quad 0.8 \quad - \quad 1m^2/\text{porc} ; 0.5 \quad - \quad 2m^2/\text{porc}$ $FA_{\text{maintenance}} \quad 0.8 \text{ - litière sèche} ; 0.5 \text{ - litière humide}$	N excréte (kg) Type de litière Surface par porc Maintenance litière

4. Evaluation par poste

Tableau 30 : Facteur d'émissions de protoxyde d'azote pour les porcs (3/3)

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Plein air	2	IPCC 2006	Indéfini	-	0,02	kg N-N ₂ O/kg N excréte	=FE x N total excréte annuel x 44/28	N excréte (kg)
Stockage	2	EMEP, 2016 Tier2	Indéfini	Lisier en fosse extérieure sans croûte naturelle	0	Kg N ₂ O-N/kg TAN stocké	= FE x TAN stocké x 44/28	N effluents entrée stockage (kg)
				Fumier	0,01			
	2	Rigolot et al., 2010	Indéfini	Fumier	3,2	% N stocké	= FE x N stocké x 44/28	N effluents entrée stockage (kg)
Traitement	2	Rigolot et al., 2010	Indéfini	Traitement biologique sans séparation de phase	0,8	% N traité	= FE x N traité x 44/28	N effluents entrée traitement (kg) Type de traitement
			Indéfini	Traitement biologique avec séparation de phase (vis compacteuse)	0,8			
			Indéfini	Traitement biologique avec séparation de phase (centrifugeuse)	0,7			
			Indéfini	Compostage de lisier sur paille	0,06	Kg N-N ₂ O/kg N traité		

4. Evaluation par poste

	3	<i>Rigolot et al., 2010</i>	Indéfini	Compostage de fumier	0,03 (0,003-0,03)	Kg N-N ₂ O/kg N traité	$= FE \times N \text{ traité} \times 44/28$ $\times FA_{C/N} \times FA_{\text{retournements}}$ $\times FA_{\text{durée}}$ Avec : $FA_{C/N}$: effet rapport C/N $FA_{\text{retournements}}$: effet nombre retournements $FA_{\text{durée}}$: effet durée compostage	N effluents entrée traitement (kg) Type de traitement
--	---	-----------------------------	----------	----------------------	----------------------	-----------------------------------	---	---

2.3.3 Ammoniac

Tableau 31 : Facteur d'émissions d'ammoniac pour les porcs (1/5)

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Bâtiment / stockage / épandage	1	<i>EMEP, 2016 Tier1</i>	Porcs à l'engrais	Système lisier	6,7	Kg NH ₃ /PMA	=FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
				Système litière	6,5			
			Truies	Système lisier	15,8			
				Système litière	18,2			
				Plein air	7,3			
Bâtiment	1	<i>Philippe et al., 2015</i>	Truies en gestation	Bâtiment lisier sur caillebotis	12,1	g NH ₃ /porc/j	=S _{stade physiologique i} (effectif porcs engraisés x durée présence)	Effectif porcs engraisés sur l'année Durée de présence (j)
			Truies allaitantes		21,7			
			Porcelets en post-sevrage		1,84			
			Porcs en engraissement		9,1			
	1	<i>Vigan et al., 2018</i>	Truies en gestation	Bâtiment lisier	4,56	Kg NH ₃ /place/an	= FE x nbre places	Nombre de places
			Truies allaitantes		7,45			

4. Evaluation par poste

			Porcelets en post-sevrage		0,66			
			Porcs en engraissement		3,93			
	2	<i>Corpen, 2003</i>	Indéfini	Bâtiment lisier	25	% N excrété	= FE x N excrété x 17/14	N excrété (kg) Type d'élevage
				Bâtiment paille	24			
				Bâtiment sciure	20			
	2	<i>EMEP, 2016 Tier2 ; OMINEA 2018</i>	Porcs à l'engrais (8-110 kg)	Système lisier	0,28	Kg N-NH ₃ /kg TAN excrété	= FE x TAN excrété x 17/14 Avec : TAN = 0.7 x N excrété	N excrété (kg)
				Système litière	0,27			
			Truies et porcelets	Système lisier	0,22			
				Système litière	0,25			

4. Evaluation par poste

Tableau 32 : Facteur d'émissions d'ammoniac pour les porcs (2/5)

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Bâtiment	3	<i>Rigolot et al., 2010</i>	Indéfini	Système lisier	0,24 (0,08-0,36)	Kg N-NH ₃ /kg N excrété	= FE x N excrété x FA _{dilution} x FA _{temperature} x FA _{ventilation} x FA _{sol} x FA _{effluent} x 17/14 Avec : FA _{dilution} : effet teneur N ammoniacal FA _{temperature} : effet température ambiante FA _{ventilation} : effet taux renouvellement d'air FA _{sol} : effet type de sol FA _{effluent} : effet fréquence évacuation effluents	N excrété (kg) Teneur TAN lisier (g/mol) Température bâtiment (°C) Type de sol Fréquence d'évaluation des effluents
			Indéfini	Système litière	0,20 (0,006-0,53)	Kg N-NH ₃ /kg N excrété	= FE x N excrété x FA _{surface} x FA _{maintenance} x FA _{quantité} x 17/14 Avec : FA _{surface} : effet surface par porc FA _{maintenance} : effet maintenance litière FA _{quantité} : effet quantité litière	N excrété (kg) Surface par porc (m ²) Maintenance litière Quantité litière (kg/porc)
	3	<i>Durand, 2018</i>	Porcs à l'engrais (8-110 kg)	Système lisier	0,28	% TAN excrété	= FE x TAN excrété x FA _{solxévacuation} x FA _{cooling} x FA _{lavageair} x FA _{acidebenzoïque} Avec : FA _{solxévacuation} : effet type de sol et modalité d'évacuation des effluents FA _{cooling} : effet cooling FA _{lavageair} : effet lavage air FA _{acidebenzoïque} : effet utilisation acide benzoïque	TAN excrété (kg) Type de sol et modalité d'évacuation des effluents Cooling (O/N) Lavage d'air (O/N) Acide benzoïque (O/N)
Truies et porcelets	0,22							

4. Evaluation par poste

Tableau 33 : Facteur d'émissions d'ammoniac pour les porcs (3/5)

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Courette	2	EMEP, 2016 Tier2	Indéfini	Système lisier	0,53	Kg N-NH ₃ / kg TAN excrété	= FE x TAN excrété x 17/14 Avec : TAN = 0.7 x N excrété	N excrété (kg)
			Porcs à l'engrais (8-110 kg)	Système litière	0,53	Kg N-NH ₃ / kg TAN excrété	= FE x TAN excrété x 17/14 Avec : TAN = 0.7 x N excrété	N excrété (kg)
Stockage	2	EMEP, 2016 Tier2 ; OMINEA 2018	Porcs à l'engrais (8-110 kg)	Lisier	0,14	Kg N-NH ₃ / kg TAN stocké	= FE x TAN stocké x 17/14	TAN effluents entrée stockage (kg)
				Fumier	0,45			
			Truies et porcelets	Lisier	0,14			
				Fumier	0,45			
	2	Corpen 2003	Indéfini	Lisier	5	% N stocké	= FE x N stocké x 17/14	N effluents entrée stockage (kg)
	2	Vigan et al., 2018	Indéfini	Lisier	11,9	% N stocké	= FE x N stocké x 17/14	N effluents entrée stockage (kg)
				Fumier	16,3			
	3	Rigolot et al., 2010	Indéfini	Lisier	1,57	g N-NH ₃ /m ² /j	= FE x surface stockage x durée stockage x FA _{température} x FA _{dilution} x 17/14 Avec : FA _{temperature} : effet température FA _{dilution} : effet teneur N ammoniacal (0.88-1.13)	Surface stockage (m ²) Durée stockage sur l'année (j)

4. Evaluation par poste

	2		Indéfini	Fumier	7,3	% N stocké	= FE x N stocké x 17/14	N effluents entrée stockage (kg)
--	---	--	----------	--------	-----	------------	-------------------------	----------------------------------

Tableau 34 : Facteur d'émissions d'ammoniac pour les porcs (4/5)

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Stockage	3	<i>Durand, 2018</i>	Indéfini	Lisier	0,14	Kg N-NH ₃ /kg TAN stocké	= FE x TAN excrété x 17/14 x FA _{alimentation} x FA _{couverture} Avec : FA _{alimentation} : effet mode d'alimentation fosse FA _{couverture} : effet couverture fosse	TAN effluents entrée stockage (kg)
	2						<i>Rigolot et al., 2010</i>	Indéfini
Traitement	Traitement biologique avec séparation de phase (vis compacteuse)	2,3	= FE x N traité x 17/14					
	Traitement biologique avec séparation de phase (centrifugeuse)	3,3	= FE x N traité x 17/14					
	Compostage de lisier sur paille	0,1	= FE x N traité x 17/14					
	3	Compostage de fumier	0,45 (0,06-0,59)	Kg N-NH ₃ /kg N traité	= FE x N traité x 17/14 x FA _{MS} x FA _{C/N} x FA _{température} x FA _{durée} Avec : FA _{MS} : effet MS			

4. Evaluation par poste

								$FA_{C/N}$: effet rapport C/N $FA_{température}$: effet température extérieure $FA_{durée}$: effet durée compostage
--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tableau 35 : Facteur d'émissions d'ammoniac pour les porcs (5/5)

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Plein air	1	EMEP 2016	Truie	-	7,3	kg NH ₃ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA) Type d'élevage
	2	EMEP 2016, OMINEA 2018	Truie	-	0,25	kg N- NH ₃ /kg TAN	=FE x N ammoniacal excrété annuel x 17/14	TAN excrété (kg) Type d'élevage

2.3.4 Oxydes d'azote

Tableau 36 : Facteur d'émissions de NOx pour les porcs

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Bâtiment / stockage	1	EMEP, 2016 Tier1	Porcs à l'engrais (8-110 kg)	Système lisier	0,002	Kg NO ₂ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
				Système litière	0,069			

4. Evaluation par poste

			Truies et porcelets	Système lisier	0,006		=FE x effectif moyen truies
				Système litière	0,204		
				Plein air	0		

2.3.5 Particules

Tableau 37 : Facteur d'émissions de particules pour les porcs

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
TSP								
Multiposte	1	<i>Faburé et al., 2011</i>	Indéfini	-	0,77	kg TSP/place/an	= FE x nbre places	Nbre places
	1	<i>EMEP, 2016 Tier1</i>	Porcs à l'engrais	-	1,05	Kg TSP/PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
			Porcelet en post-sevrage	-	0,27			
			Truies	-	0,62			
PM10								
Multiposte	1	<i>Faburé et al., 2011</i>	Indéfini	-	0,35	kg PM ₁₀ /place/an	= FE x nbre places	Nbre places
			Truies	-	0,231			
			Porcelets en post-sevrage	-	0,147			
			Porcs à l'engraissement	-	0,305			
	1	<i>EMEP, 2016 Tier1</i>	Porcs à l'engrais	-	0,14	kg PM ₁₀ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
			Porcelet en post-sevrage	-	0,05			
Truies			-	0,17				
PM2.5								

4. Evaluation par poste

Multiposte	1	<i>Faburé et al., 2011</i>	Indéfini	-	0,08	kg PM _{2,5} /place/an	= FE x nbre places	Nbre places
	1	<i>EMEP, 2016 Tier1</i>	Porcs à l'engrais	-	0,006	kg PM _{2,5} /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
			Porcelet en post-sevrage	-	0,002			
			Truies		0,01			

2.3.6 Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)

Tableau 38 : Facteurs d'émissions de COVNM pour les porcs

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Bâtiment	2	<i>EMEP 2016</i>	Porcs à l'engrais	-	0.00170 3	kg COVNM/kg MO excrétée	= FE x MO excrétée	Matière organique excrétée (kg)
			Truie	-	0.00704 2			
Bâtiment, Stockage	1	<i>EMEP 2016</i>	Porcs à l'engrais	-	0.551	kg.COVNM/PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
			Truies	-	1.704			

2.3.7 Pertes totales N sur les étapes « Bâtiment » et « Stockage » pour la filière porc

Quelques références fournissent des données sur les pertes totales N de filières de gestion des effluents au cours des étapes « bâtiment » et « stockage ».

Le RMT Elevages et Environnement (2016) indique des pertes moyennes. Deux projets permettent de compléter avec quelques données expérimentales mesurées au cours de filières de gestion des effluents connectées à des salles d'engraissement : EMITEC (Espagnol et al., 2014) et EFAC (Lagadec et al., 2018).

Tableau 39 : Pertes N cumulées Bâtiment + Stockage pour différents itinéraires (exprimées en pourcentage de l'azote excrété)

Type de filière	Modalités Bâtiment	Modalités Stockage des effluents	RMT (2016)	EMITEC (2014)	EFAC (2018)
Filières lisier	Bâtiment avec caillebotis intégral et stockage des lisiers sous les animaux pendant leur durée de présence	Fosse à lisier non couverte	29,3%	36,2%	
	Bâtiment avec caillebotis intégral et stockage des lisiers sous les animaux pendant leur durée de présence + lavage d'air	Fosse à lisier non couverte		28%	
		Fosse à lisier couverte		21%	
	Bâtiment avec caillebotis intégral et évacuation gravitaire des lisiers tous les 15 jours	Fosse à lisier non couverte		26%	
		Fosse à lisier couverte		20%	
	Bâtiment avec caillebotis intégral et flushing	Fosse à lisier non couverte		31%	
		Fosse à lisier couverte		23%	
	Bâtiment avec caillebotis intégral et raclage en V	Stockage de la fraction liquide dans une fosse découverte et compostage de la fraction solide			
Stockage de la fraction liquide dans une fosse couverte et compostage de la fraction solide					43,9%
Bâtiment avec caillebotis intégral et raclage en V	Méthanisation en voie liquide des fractions liquides et solides issues du raclage en V				25%
Filières litière	Bâtiment sur litière paille	Stockage litière en andain	57%		
	Bâtiment sur litière sciure	Stockage litière en andain	72%		
	Bâtiment sur litière paille	Compostage	69,9%		
	Bâtiment sur litière sciure	Compostage	74,8%		

2.4 Facteurs d'émissions et mode de calcul pour la filière Volailles

2.4.1 Méthane

Tableau 40 : Facteurs d'émissions du méthane en volailles

Poste	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Gestion effluents (bâtiment – stockage)	1	IPCC 2006 Tier1	Pondeuses	Elevage cage	0,03	Kg CH ₄ /PMA	= FE x Population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
			Poulets		0,02	Kg CH ₄ /PMA	= FE x Population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
			Dindes		0,09	Kg CH ₄ /PMA	= FE x Population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
			Canards		0,03	Kg CH ₄ /PMA	= FE x Population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
	2	IPCC 2006 Tier 2	Poulettes et Pondeuses	Elevage sur litière	1,5	%	=FE x MO excrétée (kg/an) x B ₀ x 0.67 Avec : B ₀ pondeuses =0.39 B ₀ autres volailles =0.36 m ³ CH ₄ /kg MO excrétée	MO excrétée (kg) Système d'élevage
			Volailles (hors pondeuses)					

2.4.2 Protoxyde d'azote

Tableau 41 : Facteurs d'émissions du protoxyde d'azote en volailles

Postes	Niveau de qualification du FE	Source	Stade physiologique	Typologie élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Gestion effluents (bâtiment – stockage)	2	IPCC 2006	Volailles	Tout type de sol	0,001	kg N ₂ O/ kg N excrété	= FE x N excrété	N excrété (kg)
Stockage	2	EMEP 2016, Tiers 2	Poulets	Tas de fumier	0,002	Kg N-N ₂ O/kg N excrété	=FE x N excrété x 44/28	N excrété (kg)
			Oies					
			Dindes					
Parcours	2	EMEP, 2013	Volailles	Elevage avec accès à un parcours	0,02	kg N ₂ O/kg N excrété sur parcours	= FE x kg N excrété sur parcours	N excrété sur parcours (kg)
		Meda et al. 2012	Poulets	Elevage avec accès à un parcours	0,009	kg N ₂ O/kg N excrété sur parcours	= FE x kg N excrété sur parcours	N excrété sur parcours (kg)

4. Evaluation par poste

2.4.3 Ammoniac

Tableau 42 : Facteurs d'émissions de l'ammoniac en volailles

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Type élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Bâtiment- stockage- épandage	1	EMEP, 2016 Tiers 1	Poulets	Non défini	0,22	kg N-NH ₃ /PMA	= FE x Population moyenne annuelle x (17/14)	Population moyenne annuelle (PMA)
			Dindes	Non défini	0,95			
			Canards	Non défini	0,68			
			Pondeuses	Non défini	0,48			
			Oies	Non défini	0,35			
Bâtiment	2	EMEP, 2016 Tiers 2	Pondeuses	Elevage sur litière ou en cage	0,41	kg N-NH ₃ /kg TAN excrété	= FE x TAN excrété x 17/14 Avec : TAN excrété = 0.7 x N excrété	N excrété (kg)
			Oies	Elevage sur litière	0,57			
			Poulets	Elevage sur litière	0,28			
			Dindes	Elevage sur litière	0,35			
			Canards	Elevage sur litière	0,24			
Parcours	2	Meda et al. 2012	Poulets	Accès parcours	0,0125	kg N-NH ₃ /kg N excrété sur parcours	= FE x kg N excrété sur parcours x (17/14)	N excrété (kg) sur parcours
Stockage	2	EMEP 2016, Tiers 2	Pondeuses	Non défini-	0,14	kg N-NH ₃ /kg TAN stocké	= FE x TAN stocké x 17/14	TAN effluents entrée stockage (kg)
			Pondeuses (poulette)	Non défini	0,14			
			Poulets	Non défini	0,17			
			Dindes	Non défini	0,24			
			Canards	Non défini	0,24			
			Pintades	Non défini	0,16			
			Cailles	Non défini	0,17			
			Volailles	Non défini	0,24			

4. Evaluation par poste

2.4.4 Oxydes d'azote

Tableau 43 : Facteurs d'émissions de l'oxyde d'azote en volailles

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Bâtiment / stockage	1	EMEP, Tier1 2016	Pondeuses	Déchet solide	0,005	Kg NO ₂ /PMA	= FE x population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
			Poulets	Système litière	0,002			
			Dindes	Système lisier	0,008			
			Canards	Système litière	0,004			
			Oies	Système litière	0,002			

2.4.5 Particules

Tableau 44 : Facteurs d'émissions de particules en volailles

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Espèces	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
TSP								
Multi-poste	1	EMEP, 2016, Tiers 1	Pondeuses	-	0,19	kg TSP/PMA	= FE x Population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
			Poulets		0,04			
			Dindes		0,11			
			Canard		0,14			
			Oies		0,24			
PM10								
Multi-poste	1	EMEP, 2016 Tiers 1	Pondeuses	-	0,04	kg PM10/PMA	= FE x Population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
			Poulets		0,02			
			Dindes		0,11			
			Canard		0,14			
			Oies		0,24			
PM2.5								
Multi-poste	1		Pondeuses	-	0,003	kg PM2,5 / PMA	= FE x Population moyenne annuelle	
			Poulets		0,002			

4. Evaluation par poste

		EMEP, 2016 Tiers 1	Dindes		0,02			Population moyenne annuelle (PMA)
			Canard		0,02			
			Oies		0,033			

2.4.6 Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)

Tableau 45 : Facteurs d'émissions des COVNM en volailles

Poste(s)	Niveau qualification FE	Source	Stade physiologique	Typologie d'élevage	Valeur FE	Unité FE	Formule calcul (kg gaz/an)	Données d'activité
Bâtiment, Stockage, Epannage, Parcours	1	EMEP 2016, Tiers 1	Pondeuses	-	0,165	Kg COVNM / PMA	= FE x Population moyenne annuelle	Population moyenne annuelle (PMA)
			Poulets		0,108			
			Dindes		0,489			
			Canards et oies		0,489			
Bâtiment	2	EMEP 2016, Tiers 2	Pondeuses	-	0,005684	kg COVNM/kg MO excrétée	= FE x MO excrétée	MO excrétée (kg)
			Poulets		0,009147			
			Dindes		0,005684			
			Canards et oies		0,005684			

2.4.7. Pertes totales N sur les étapes « Bâtiment/ parcours » et « Stockage » pour la filière volaille

Les pertes d'azote par volatilisation au bâtiment sont définies à partir de coefficients de volatilisation indiqués dans le tableau 46 et d'après Ponchant et al., 2012 ; Aubert ,2013 et le CORPEN volailles 2006 et 1996 :

Tableau 46 : Coefficients de volatilisation de l'azote en filière avicoles au bâtiment et au parcours

Liste effluent	Volatilisation au bâtiment (% du N excrété)	Volatilisation au parcours (% du N excrété au parcours) *
Fumier Pailleux- Claustration	32	-
Fumier Pailleux- accès parcours	32	60
Fumier Gras (canards et oies PAG)	46	-
Fumier Gras (canards et oies PAG) - accès parcours	46	60
Fumier Reproducteur	55	-
Lisier	21	-
Fientes préséchées	20	-
Fientes séchées	20	-

*Le CORPEN (1996) estime que 23 % des déjections ont lieu sur parcours pour les volailles de chair et 82 % de déjection ont lieu sur parcours pour les canards et oies PAG.

Concernant les formes d'azote volatilisées de fumiers, celle-ci sont estimés être au bâtiment à 85% de l'ammoniac, environ 8.5% du N₂O (environ 10 fois moins) et les 6.5% sont sous forme de NO_x (ITAVI, 2003). Cette répartition reste fonction de l'état et de l'entretien de la litière, dont l'humidité couplée à l'activité des animaux seront plus ou moins propices à l'établissement de zones anaérobies...

Pour les lisiers la part de N₂O est négligeable (cela vaut également au stockage) car les conditions anaérobies sont non propices à sa production.

Les pertes d'azote par volatilisation au bâtiment sont définies à partir de coefficients de volatilisation indiqués dans le tableau 47 et d'après Ponchant et al., 2012 ; Aubert ,2013 et le CORPEN volailles 2006 et 1996 :

Tableau 47 : Coefficients de volatilisation de l'azote en filière avicoles au stockage

Liste effluent	Volatilisation au stockage sans traitement (en % de N en sortie du bâtiment)
Fumier Pailleux	15
Fumier Gras	15
Fumier Reproducteur	15
Lisier	20
Fientes préséchées	30
Fientes séchées	25

Les formes d'azotes perdus au stockage par typologie d'effluent sont similaires aux pertes au bâtiment puisque les processus sont identiques.

4. Evaluation par poste

2.5 Facteurs d'abattement des émissions gazeuses

Cette partie présente des pratiques permettant des réductions des émissions gazeuses aux différents postes d'émissions relatifs à la gestion des effluents (bâtiment, stockage et traitement).

2.5.1 Pâturage et Parcours

Tableau 48 : Facteurs d'abattement de bonnes pratiques au bâtiment en bovins

BOVINS	Espèces concernées	Cas de référence	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	NO _x	PM	Source
Augmenter le temps passé au pâturage par les bovins		Animaux élevés uniquement au bâtiment	↘		-50%			<i>Citepa, 2019</i>

2.5.2 Bâtiment

Tableau 49 : Facteurs d'abattement de bonnes pratiques au bâtiment en bovins

BOVINS	Espèces concernées	Cas de référence	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	NO _x	PM	Source
Réduire la concentration azotée des rations	Vaches laitières (principalement)			↘	-5/-15%	↘		<i>Citepa, 2019</i>
Limiter le temps de présence des déjections au bâtiment	Tous				-20%			<i>Citepa, 2019</i>
Augmenter l'apport en paille en système fumier	Tous				0/-50%			<i>Citepa, 2019</i>
Augmenter le temps passé au pâturage par les bovins		Animaux élevés uniquement au bâtiment	↘	↗	-50%			<i>Citepa, 2019</i>

4. Evaluation par poste

Tableau 50 : Facteurs d'abattement de bonnes pratiques au bâtiment en porcs (1/2)

Bonnes pratiques	Stades physiologiques concernés	Cas de référence	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	NO _x	PM	Source
Alimentation multiphase	Tous	Elevage sur caillebotis intégral, alimentation biphase, stockage des lisiers en préfosse et évacuation par gravité en fin de bande		↘	-20/-40%			<i>Citepa, 2019; RMT, 2019; Pellerin et al., 2013</i>
Utilisation d'acide benzoïque dans l'aliment	Tous				-15/-26%			<i>GEREP V3.9 ; Citepa, 2019; RMT E&E, 2019</i>
Caillebotis intégral - stockage des lisiers en préfosse avec évacuation du lisier minimum tous les 15 jours	Tous				-15%/-20%			<i>GEREP V3.9 ; RMT E&E, 2019</i>
Caillebotis intégral - stockage des lisiers en préfosse avec évacuation du lisier minimum 2 fois par semaine	Tous				-25%			<i>GEREP V3.9 ; Citepa, 2019; Bittman et al., 2014</i>
Caillebotis intégral - Evacuation mécanique des excréments avec racleurs en V	Tous				-40/-50%			<i>GEREP V3.9 ; Citepa, 2019 ; RMT E&E, 2010</i>
Caillebotis intégral - Evacuation des excréments par chasse avec la fraction liquide du lisier	Tous				-20/-40%			<i>GEREP V3.9 ; RMT E&E, 2019; Bittman et al., 2014</i>
Caillebotis intégral - Lisier flottant	Tous				-20/-30%			<i>GEREP V3.9 ; Citepa, 2019 ; RMT E&E, 2019</i>
Caillebotis intégral - Acidification du lisier	Tous				-60%			<i>GEREP V3.9</i>
Caillebotis intégral - Balles flottantes dans le canal à effluents	Tous				-25%			<i>GEREP V3.9 ; Bittman et al., 2014</i>
Lisiothermie					-45/-75%			<i>Citepa, 2019; Bittman et al., 2014</i>
Caillebotis partiel - stockage en préfosse sur toute la durée de présence des animaux	Tous				+25%			<i>GEREP V3.9</i>
Caillebotis partiel - Stockage en préfosse - évacuation du lisier minimum tous les 15 jours	Tous				+10%			<i>GEREP V3.9</i>
Caillebotis partiel - Stockage en préfosse - évacuation du lisier minimum 2 fois par semaine	Tous				0%			<i>GEREP V3.9</i>

4. Evaluation par poste

Caillebotis partiel - Evacuation mécanique avec racleurs en V	Tous				-20%			GEREP V3.9
---	------	--	--	--	------	--	--	------------

Tableau 51 : Facteurs d'abattement de bonnes pratiques au bâtiment en porcs (2/2)

Bonnes pratiques	Stades physiologiques concernés	Cas de référence	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	NO _x	PM	Source
Caillebotis partiel - Evacuation par chasse avec la fraction liquide du lisier	Tous	Elevage sur caillebotis intégral, alimentation biphase, stockage des lisiers en préfosse et évacuation par gravité en fin de bande			0%			GEREP V3.9
Caillebotis partiel - Acidification du lisier	Tous				-30%			GEREP V3.9
Biolaveur	Tous				-30/-90%		-70/-90%	GEREP V3.9 ; Citepa, 2019; RMT E&E, 2019
Laveur d'air combiné	Tous				-80%			GEREP V3.9
Laveur acide	Tous				-70/-90%			GEREP V3.9 ; Citepa, 2019; Bittman et al., 2014
Brumisation	Tous				-22/-30%		-14/-46%	Citepa, 2019

4. Evaluation par poste

Tableau 52 : Facteurs d'abattement de bonnes pratiques au bâtiment en volailles

Bonnes pratiques	Espèces concernées	Cas de référence	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	NOx	PM	Source	
Tapis d'évacuation sans pré-séchage forcé sous cages, au moins deux fois par semaine	Pondeuses en cages	Stockage en fosse profondes			-70%			RMT E&E, 2019	
Tapis d'évacuation avec pré-séchage forcé sous cages, au moins une fois par semaine	Pondeuses en cages				-80%			RMT E&E, 2019	
Evacuation vers un sécheur extérieur type Seconov (cages)	Pondeuses en cages				-87%			ITAVI 2003	
Tapis d'évacuation sans pré-séchage forcé sous volières au moins deux fois par semaine	Pondeuses volière	Système d'élevage au sol, préfosse recouverte de caillebotis et gisoir béton			-75%			RMT E&E, 2019	
Tapis d'évacuation avec pré-séchage forcé sous volières au moins une fois par semaine	Pondeuses volière				-85%			RMT E&E, 2019	
Evacuation vers un sécheur extérieur type Seconov (volières)	Pondeuses volière				-90%			ITAVI 2003	
Litière accumulée, caillebotis (béton)	Pondeuses au sol				-40%			RMT E&E, 2019	
Tapis de collecte des effluents ou racleur (béton)					-70%			RMT E&E, 2019	
Séchage des fientes dans la préfosse (béton)						-45%			RMT E&E, 2019
Litière accumulée, caillebotis (terre battue)						-40%			RMT E&E, 2019
Tapis de collecte des effluents ou racleur (terre battue)						-70%			RMT E&E, 2019
Séchage des fientes dans la préfosse (terre battue)						-45%			RMT E&E, 2019
Système d'abreuvoirs anti-fuites	Volailles sur litière				-20/-30%			RMT E&E, 2019	
Alimentation multiphase	Tous		↘	-5/-10%			RMT E&E, 2019		
Système combideck ou plancher chauffant	Volailles sur litière			-40%			RMT E&E, 2019		
Ecoulement gravitaire (lisier), évacuation minimum tous les 15 jours	Elevage sur caillebotis			-15%			RMT E&E, 2019		
Evacuation par racleur (lisier) 1 à 2 fois par semaine				-30%			RMT E&E, 2019		
Brumisation	Tous			-22/-30%		-10/-25%	RMT E&E, 2019		

Additif biologique sur litière	Volailles sur litière					-5/ -30%			<i>Rousset et al. 2012</i>
--------------------------------	-----------------------	--	--	--	--	----------	--	--	----------------------------

2.5.3 Stockage / traitement

Tableau 53 : Facteurs d'abattement de bonnes pratiques lors du stockage et du traitement en herbivores

Bonnes pratiques	Type effluents	Cas de référence	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	NOx	PM	Sources
Couvrir la fosse à lisier d'une couverture rigide	Lisier bovin		(↗)		-80%			Citepa, 2019
Couvrir la fosse à lisier d'une couverture souple	Lisier bovin		(↗)		-60%			Citepa, 2019
Favoriser le développement d'une croûte naturelle	Lisier bovin			↗	-40%			Citepa, 2019

Tableau 54 : Facteurs d'abattement de bonnes pratiques lors du stockage et du traitement en porcs

Bonnes pratiques	Type effluents	Cas de référence	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	NOx	PM	Sources
Fosse non couverte alimentée par le bas (extérieure)	Lisier porcin				-40%			GEREP v3.9
Couverture rigide	Lisier porcin		(↗)		-70/-90%			GEREP v3.9 ; Citepa, 2019 ; RMT E&E, 2019 ; Bittman et al., 2014
Couverture souple	Lisier porcin		(↗)		-70/-90%			GEREP v3.9 ; Citepa, 2019 ; RMT E&E, 2019 ; Bittman et al., 2014
Croûte naturelle, paille, balles en plastique, matériaux légers en vrac	Lisier porcin		(↗)	↗	-40%			GEREP v3.9 ; Citepa, 2019 ; RMT E&E, 2019 ; Bittman et al., 2014

4. Evaluation par poste

Couvertures souples flottantes, plaques géométriques en plastique, couvertures gonflables, feuilles de plastique souples	Lisier porcin								GEREP v3.9 Bittman et al., 2014
Méthanisation	Lisier porcin		-60 à -80%						Levasseur et al., 2013 ; Pellerin et al., 2013

Tableau 55 : Facteurs d'abattement de bonnes pratiques lors du stockage et du traitement en volailles

Bonnes pratiques	Type effluents	Cas de référence	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	NO _x	PM	Sources
Couvertures rigide & souple	Lisier de canards		(↗)		-70/-90%			RMT E&E, 2019
Couvertures d'andin de fumier et de fiente	Fumiers de poulets de chair				-10/-35%			Santonja et al., 2017
	Fientes de pondeuses	Fosse profonde			-20/-50%			
	Fientes de pondeuses	Tapis de collecte			-65/-75			
Compostage	Fumiers de volailles	Aération passive (trois retournements)			+20/+40%			Santonja et al., 2017
		Aération forcée			+50/+60%			

3 Références bibliographiques :

Aubert C., 2013- Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium, calcium, cuivre et zinc par les poulets, dindes et canards - 10èmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, p 131-135.

Balthzar, 2010 .Propriétés physiques, chimiques, biologiques et nutritives des litières en élevage de volailles. Thèse : Méd. Vèt : Alfort.

Bittman S., Dedina M., Howard C.M., Oenema O., Sutton M.A., 2014. Options for ammonia mitigation: Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen. TFRN, LRTAP, 83p.

CITEPA. 2019. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. ADEME, Angers. 56 pages.

Corpen, 2003. Estimation des rejets d'azote – phosphore – potassium – cuivre et zinc des porcs. Influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections produites. 41p.

CORPEN, 1996. Estimation des rejets d'azote par les élevages avicoles.

CORPEN, 2006. Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium, calcium, cuivre et zinc par les élevages avicoles.

Cortus E.L., Lemay P., Barber M., Hill G.A., Godbout S., 2008. A dynamic model of ammonia emission from urine puddles. *Biosystems engineering*, 99, 390– 402.

Degré A., Verheve D. et Debouche C., 2001, Emissions gazeuses en élevage porcin et modes de réduction : revue bibliographique. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 135-143.

Durand A., 2018. Descriptif méthodologique de l'outil de calcul des émissions de NH₃, N₂O, CH₄ et particules des élevages IED porcins. Ministère de l'écologie du développement durable et de l'énergie et CITEPA, 39p.

EMEP, 2016. 3.B: Manure management, 62p.

Espagnol S., Guingand N., Genermont S., 2014. Emissions gazeuses d'itinéraires techniques en élevages porcins combinant de bonnes pratiques. Rapport final projet ADEME, 98p.

Espagnol S., Hassouna M., Robin P., Levasseur P., Paillat J-M., 2006. Emissions gazeuses de NH₃, N₂O, CH₄ lors du stockage de fumier de porc provenant d'une litière accumulée : effets du retournement. *Journées de la recherche porcine*, 38, 41-48.

Faburé J, Rogier S, Loubet B et al. (2011). Synthèse bibliographique sur la contribution de l'agriculture à l'émission de particules vers l'atmosphère : identification de facteurs d'émission. Rapport final, INRA/ADEME, 164 p.

Groot Koerkamp P.W.G., Review on emissions of ammonia from housing systems for laying hens in relation to sources, processes, building design and manure handling, *J. Agric. Eng. Res.* 59 (1994) 73-87

Guérin, F., Abril G., Richard S., Burban B., Reynouard C., Seyler P. et Delmas R., 2006, Methane and carbon dioxide emissions from tropical reservoirs: Significance of downstream rivers, *Geophys. Res. Lett.*, 33p.

Hassouna M., Meda B., Chantal A., Dourmad J-Y., Garcia-Launay F., 2015. MONDFERENT2: excretions of organic matter and nitrogen of poultry and pig productions to assess gas emissions. CITEPA et INRA, 97p.

- IDELE, 2018. Modalités de calcul du bilan effet de serre d'une exploitation bovine avec CAP'2ER® Niveau 2.
- IPCC, 2006. Chapter 10: Emissions from livestock and manure management, 87p.
- ITAVI 2003. Caractérisation des fumiers, lisiers et fientes de volailles. Etude OFIVAL, 41 p.
- Lagadec S., Toudic A., Decoopman B., Espagnol S., Richard R., Genermont S., Hassouna M., 2018. Flux d'azote et de carbone au bâtiment avec raclage en V, stockage, méthanisation et épandage des produits obtenus. 61p.
- Levasseur P., Coorevits T., Espagnol S., Quideau P. (2013) Emissions de gaz à effet de serre et bilan économique de la petite méthanisation à la ferme et du raclage des déjections en élevage porcin. Poster. 45èmes Journées de la Recherche Porcine, 5-6 février 2013, Paris (France).
- Marquis A., 2002, Émissions de gaz à effet de serre par les animaux aux bâtiments, document disponible sur : <http://www.c-ciarn.uoguelph.ca/documents/marquis.pdf>
- Méda B., 2012, Une approche dynamique des flux d'éléments et d'énergie des ateliers de production avicole avec ou sans parcours : Conception et application du modèle MOLDAVI. Manuscrit de thèse 239p.
- Eugène, M., Doreau, M., Lherm, M., Viallard, D., Oueslati, K., Faverdin, P., & Sauvant, D. (2012). Projet «MONDFERENT»-Emissions de méthane par les bovins en France.
- Monteny G.J., Erisman J.W., 1998. Ammonia emission from dairy cow buildings: a review of measurement techniques, influencing factors and possibilities for reduction. Netherlands Journal of Agricultural Science, 46, 225-247.
- OMINEA, 2018. Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France. Ministère de la transition écologique et solidaire et CITEPA, 559-640.
- Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2013. Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques. Synthèse du rapport d'étude, INRA (France), 92 p.
- Philippe F-X., Nicks B., 2015. Review on greenhouse gas emissions from pig houses: production of carbon dioxide, methane and nitrous oxide by animals and manure. Agriculture, Ecosystems and Environment, 199, 10-25.
- Ponchant P., Rousset N., Aubert C., Hassouna M., 2012 - Estimation des niveaux de volatilisation de l'azote dans les bâtiments d'élevage, TeMA n°23, p 7-9.
- 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
- RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. 356 pages.
- RMT élevages et environnement, 2018. Evaluation des rejets d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc des porcs. 26p.

Rousset N., Aubert C., Ponchant P., Allain E., Berreaute Y., 2012. Ensemencement des litières en cours d'élevage de poulets de chair avec des complexes de microorganismes sélectionnés pour réduire les émissions d'ammoniac dans les bâtiments. TeMA n°23, 6 pages.

Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN

Vigan A., Guingand N., Espagnol S., Hassouna M., Lagadec S., Loyon L., Mathias E., Eglin T., Robin P., 2018. Contribution de ELFE à l'établissement de facteurs d'émission d'ammoniac au bâtiment et au stockage en élevage porcin. Journées de la recherche porcine, 50, 13-24.