Chiffres-clés sur les émissions gazeuses directes et indirectes liées aux élevages en France

Fiche 8

Gourlez E.[1], Dubois E.[2], Fossey M.[3], Durand A.[4], Guingand N.[1], Espagnol S.[1]

[1] IFIP Institut du porc ; [2] ITAVI ; [3] IDELE Institut de l'élevage ; [4] Citepa

En 2022, l'agriculture représente 18,7 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) en France, dont 59 % proviennent des animaux d'élevage et de la gestion de leurs effluents au bâtiment et au stockage (Citepa, 2024a). Cette fiche a pour objectif de quantifier les émissions gazeuses polluantes directes (générées par les animaux d'élevage et la gestion de leurs effluents) et indirectes (liées à la production des intrants alimentaires nécessaires à l'élevage) associées aux élevages. Les émissions considérées sont celles responsables d'impacts environnementaux ; elles incluent le méthane (CH_4) et le protoxyde d'azote (N_2O), deux gaz à effet de serre, ainsi que l'ammoniac (NH_3).

1. Méthodologie de calcul

1.1. Emissions des élevages

Les émissions des élevages sont liées aux étapes de gestion des animaux et de leurs effluents au cours du bâtiment, du pâturage, du stockage des effluents et de leur épandage.

Les émissions des postes bâtiment, stockage des effluents, parcours et pâturage sont calculées à partir des émissions des cas types de la base de données Agribalyse® et la méthodologie présentée dans la ***fiche 0 – Démarche globale***. Les facteurs d'émissions utilisés au sein des cas types pour calculer les émissions proviennent de l'EMEP (2019) pour l'ammoniac et de l'IPCC (2019) pour le méthane et le protoxyde d'azote. Ces émissions sont sensibles aux excrétions, aux modalités de logement des animaux et de gestion des effluents (lors des étapes bâtiment, stockage et traitement), ainsi qu'à l'utilisation d'éventuelles bonnes pratiques environnementales (BPE) pour lesquelles les niveaux d'abattement sont issus principalement du RMT Elevage et Environnement (2019). Les BPE concernent des stratégies alimentaires, des types de sol, des modalités de gestion des effluents, des techniques de traitement de l'air, et l'utilisation d'équipements comme des couvertures de fosses.

Les émissions liées à l'épandage des effluents d'élevage sont calculées en dehors des cas types. Elles résultent de facteurs d'émissions appliqués à l'azote épandu et à son contenu en azote ammoniacal (TAN pour Total Ammoniacal Nitrogen) (***fiche 9 – Chiffres-clés sur la valorisation des effluents d'élevage***), en utilisant des facteurs d'émissions issus de l'EMEP (2019) et de l'IPCC (2019) (Tableau 1). Des BPE comme l'enfouissement et l'utilisation de pendillard sont prises en compte pour ce poste épandage ; elles permettent de réduire les émissions d'ammoniac. Leur niveau de déploiement est issu du Citepa sur la base de la dernière « Enquête pratiques culturales en grandes cultures et prairies » par le service statistique du Ministère de l'Agriculture (Agreste, 2017 ; MASA/SSP, 2017). Du fait de l'utilisation de BPE, des facteurs d'abattement des émissions de NH_3 sont appliqués dans les calculs (Tableau 1).

Pour les élevages de bovins en production conventionnelle, les cas types initiaux d'Agribalyse® ne prenaient pas en compte une diversité de modalités de logement des animaux. Ces dernières jouant fortement sur les émissions gazeuses, les cas types bovins

(*fiche 2 - Cas types d'élevage - flux et impacts environnementaux*) sont ajustés en prenant en compte différentes modalités de logement et leur représentativité nationale, à nouveau sur la base des données du Citepa (2024b). Ces précisions sont apportées sur le temps passé au bâtiment et permettent de définir le type d'effluent produit au bâtiment et au stockage par les bovins (lisier avec croûte, lisier sans croûte, litière accumulée…). Les parts de temps passé au bâtiment et au pâturage des cas types d'Agribalyse® sont quant à elles maintenues.

Tableau 1. Facteurs d'émission à l'épandage et facteurs d'abattement du N-NH_3 dûs aux pratiques d'épandage

	Porcs	Poules pondeuses	Poulets de chair	Dindes et palmipèdes	Bovins	Petits ruminants
Facteurs d'émission à l'épandage de l'ammoniac, kg N-NH_3 / kg TAN épandu [1]						
Effluents liquides	0,40	nc[2]	nc	0,54	0,55	0,90
Effluents solides	0,45	0,45	0,38	0,54	0,68	0,90
Facteurs d'émissions à l'épandage du protoxyde d'azote, kg N-N_2O /kg N tot épandu [3]						
Tout effluent	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Pourcentages d'abattement du N-NH_3 dûs aux pratiques d'épandage, %						
Tout effluent	35%	28%	28%	28%	14%	8%

[1] kg NH_3 = 17/14 kg N-NH_3; [2]nc : non concerné ; [3] kg N_2O = 44/28 kg N-N_2O

1.2. Emissions directes et indirectes suivant une approche cycle de vie

Dans une approche analyse de cycle de vie (ACV), on distingue les émissions directes ayant lieu au niveau du bâtiment et du stockage des déjections, et les émissions indirectes liées à la production des intrants des élevages (matières premières alimentaires, intrants animaux, bâtiment, consommation de ressources). Les intrants les plus impactant sont les matières premières utilisées pour alimenter les animaux. Le pâturage et les fourrages, même si ces derniers sont produits sur l'exploitation, sont compris dans les émissions indirectes. Toutes les étapes de production des matières premières sont considérées (production de semences et d'engrais, opérations culturales, fertilisation, …) ainsi que les étapes de transport et de production d'aliments composés et de concentrés. Ainsi, dans une approche ACV, les émissions liées à l'épandage des effluents sont intégrées dans les émissions indirectes ; les émissions directes étant celles liées aux animaux et à la gestion de leurs effluents au bâtiment au stockage et sur parcours non associés à des productions culturales.

Ces émissions directes et indirectes sont calculées à partir des émissions des cas types de la base de données Agribalyse® et la méthodologie présentée dans la *fiche 0 – Démarche globale*. Ces émissions indirectes sont dans un premier temps considérées uniquement pour les gaz NH_3, N_2O et CH_4 vus dans les émissions directes. Elles sont ensuite considérées pour ces gaz et pour d'autres également en lien avec deux impacts ACV : l'impact Acidification essentiellement lié aux émissions de NH_3, et l'impact Changement climatique lié aux émissions de gaz à effet de serre, dont le N_2O et le CH_4. Les émissions gazeuses additionnelles participant à ces impacts sont par exemple le dioxyde de souffre (SO_2) pour l'acidification, et

des émissions en eqCO2 dues aux consommations d'énergie fossile et aux éventuelles incidences de production des matières premières sur la déforestation pour le changement climatique. Ces deux impacts sont renseignés à l'échelle des cas types (***fiche 0 – Démarche globale ; fiche 2 - Cas types d'élevage - flux et impacts environnementaux***).

2. Bilan des pertes gazeuses liées aux élevages en France

2.1. Émissions liées à l'élevage

- **Emissions lors des étapes Bâtiment – Stockage – Pâturage - Epandage**

En appliquant la méthode présentée précédemment, les émissions liées à l'élevage comprennent les émissions directes, allant de l'excrétion des animaux jusqu'à la sortie du stockage, et les émissions liées à l'épandage des effluents. En France, les émissions liées à l'élevage sont de 2139 kt de CH_4, 30 kt de N_2O et de 517 kt de NH_3 en 2022 (Tableau 2). Exprimées en équivalent CO_2 (eq CO2 = CH_4 x PRG_{CH4}[1] + N_2O x PRG_{N2O}), les émissions de GES sont de 6 6351 kt. Les émissions proviennent majoritairement des élevages bovins, représentant 87 % des émissions de GES et 76 % des émissions de NH_3 (Tableau 2). Les élevages de porcs sont les deuxièmes contributeurs des émissions de GES avec 6 % et ils sont responsables de 8 % des émissions de NH_3.

L'épandage des effluents d'élevage est responsable de 35 % des émissions de N_2O et de 33 % des émissions de NH_3 liées à l'élevage. Pour les élevages bovins, les émissions de CH_4 entérique représentent le principal poste d'émission de CH_4 avec 89 % des émissions liées à l'élevage bovin, et le principal poste d'émissions de GES avec 80 % de ces émissions. Pour les élevages porcins, la majorité des émissions de CH_4 provient des bâtiments et du stockage des effluents (86 % des émissions) (Tableau 2). Les émissions de CH_4 des élevages avicoles se font presque exclusivement au bâtiment (99 %).

[111] PRG_{CH4} = 27.2 et PRG_{N2O} = 273

Tableau 2. Émissions gazeuses polluantes directes des élevages et liées à l'épandage des effluents

Gaz	Porcs	Volailles	Bovins	Ovins	Caprins	Élevage 2022	*Agriculture 2022*	*France 2022*
CH_4, kt / an	124	6,9	1901	91	17	**2139**		
Référence [1]	*91*	*6,0*	*1247*	*87*	*22*	*1452*	*1473*	*2077*
Fermentation entérique	18	0	1691	88	15	**1812**		
Référence [1]	*9,0*	*0,0*	*1131*	*84,3*	*20*	*1244*		
Bâtiment / Stockage	106	6,7	204	2,6	1,8	**321**		
Référence [1]	*82*	*6,0*	*111*	*1,9*	*2,4*	*203*		
Parcours + Pâturage	0,01	0,16	6,0	0,37	0,00	**6,5**		
Référence [1]	*0,003*	*0,07*	*4,3*	*0,62*	*0,03*	*5,0*		
N_2O, kt / an	2,5	1,9	22,8	2,0	0,7	**29,9**		
Référence [1]	*1,8*	*1,7*	*21,1*	*0,5*	*0,9*	*26,1*	*80,6*	*94,2*
Bâtiment / Stockage	1,3	0,7	10,5	1,1	0,4	**14,1**		
Référence [1]	*0,6*	*0,8*	*8,3*	*0,4*	*0,3*	*10,4*		
Parcours + Pâturage	0,003	0,221	4,796	0,363	0,000	**5,4**		
Référence [1]	*0,01*	*0,06*	*8,30*	*0,01*	*0,40*	*8,8*		
Épandage	1,2	1,0	7,5	0,5	0,2	**10,5**		
Référence [1]	*1,2*	*0,9*	*4,5*	*0,2*	*0,2*	*6,9*		
Eq CO_2 kt / an	**4050**	**694**	**57950**	**3012**	**645**	**66351**		
NH_3, kt / an	**42,1**	**49,6**	**390,6**	**24,4**	**10,2**	**517**		
Référence [1]	*47,6*	*44,6*	*242,4*	*9,3*	*4,7*	*349*	*486*	*518*
Bâtiment / Stockage	26,9	28,3	193,0	16,6	6,0	**271**		
Référence [1]	*33,8*	*31,7*	*116,9*	*4,9*	*3,5*	*191*		
Parcours + Pâturage	0,21	3,47	69,96	2,23	0,00	**75,9**		
Référence [1]	*0,17*	*2,09*	*73,55*	*2,99*	*0,12*	*78,9*		
Épandage	15,0	17,9	127,7	5,6	4,2	**170**		
Référence [1]	*13,6*	*10,9*	*51,9*	*1,4*	*1,1*	*78,8*		

[1] Référence Citepa (2024), les émissions des autres secteurs, issues des références Citepa, sont ajoutées à celles de l'élevage calculées par le RMT MAELE afin de calculer les émissions totales agricoles et totales françaises.

Comparaison des résultats du RMT MAELE pour les émissions directes avec les références du Citepa (2024a et 2024b)

En 2022, le Citepa a comptabilisé 1452 kt de CH_4 émis (32 % de moins que les résultats de cette étude), 26,1 kt de N_2O émis (13 % de moins que cette étude) et 349 kt de NH_3 (33 % de moins que cette étude) par l'élevage, le pâturage et l'épandage des effluents (Tableau 2), ce qui représente des différences significatives de valeurs absolues entre les deux approches. A contrario, la répartition des émissions entre filières animales pour les différents gaz est proche entre les deux sources.

Filière bovine :
Des différences sur les effectifs animaux, mais aussi sur les approches de l'estimation de l'ingestion et des excrétions (à la base des émissions) peuvent expliquer les écarts observés entre les deux sources.
Les émissions entériques des bovins issues des cas types Agribalyse® (supérieures de 50 % aux émissions du Citepa) sont calculées selon la méthode IPCC (2019), alors que le calcul du Citepa repose sur la méthode Mondférent I. Ainsi, les facteurs d'émissions de CH_4 entérique pour une vache laitière et une vache allaitante sont respectivement de 151 et 118 kg CH_4/tête/an dans le cadre du RMT MAELE contre respectivement 127 et 81 kg CH_4/tête/an. Dans l'actualisation des inventaires du Citepa (soumission 2025), la fermentation entérique des vaches laitière est revue à la hausse en lien avec une révision des besoins d'entretien des animaux. Les deux références vont donc se rapprocher.
Concernant les émissions CH_4 liées aux effluents, l'ingestion moyenne à la vache et sa suite est plus importante dans l'étude du RMT MAELE comparativement à l'approche du Citepa : cela conduit à des excrétions en matière organique (VS) plus élevées qui engendrent des émissions CH_4 liées aux effluents également plus élevés. Les écarts sur ce poste s'expliquent également par des différences de temps passé au bâtiment et au pâturage, et par une prise en compte par le Citepa, de différentes zones climatiques en France jouant sur les facteurs d'émissions, et d'une fraction des effluents bovins allant en méthanisation (destination non considérée dans ce travail pour la filière bovine). Concernant les émissions d'ammoniac, les différences s'expliquent par un effectif de vaches supplémentaires dans MAELE et par des rations plus chargées en azote.

Filière ovine :
La différence de construction de la ferme France pour la filière ovine explique les différences observées entre les deux sources. Selon le Citepa, en 2022, les ovins étaient à 74 % au pâturage (Citepa, 2024b), tandis que dans les travaux du RMT MAELE et selon les cas types issus de la base de données Agribalyse®, les ovins passent 44 % du temps au pâturage (19 % pour les ovins laitiers, avec un seul cas type conventionnel fourrager, et 62 % pour les ovins allaitants, avec deux cas types conventionnels fourrager et herbager et un cas type fourrager biologique). Ces différences engendrent des quantités d'excrétions différentes entre le bâtiment et le pâturage, ce qui engendre des émissions différentes.

Filière porcine :
L'élevage porcin émet 11 % de NH_3 de moins que les valeurs du Citepa. La prise en compte plus importante de BPE dans le cas-type Agribalyse® relatif au porc conventionnel avec 20 % des places en engraissement avec évacuation fréquente du lisier et 20% avec du lavage d'air explique pour partie cette différence (RMT Elevage et Environnement, 2019). A titre d'exemple, dans les chiffres du Citepa, seulement 1 % du cheptel porcin est considéré élevé dans des bâtiments avec du lavage d'air ; de même, les différentes fréquences d'évacuation des effluents ne sont pas intégrées dans le calcul du CItepa. Concernant le CH_4, dans l'étude du RMT MAELE les porcs émettent 96 % de plus de CH_4 entérique du fait de facteurs d'émission différents entre ces deux travaux. Le RMT MAELE comptabilise 29 % d'émissions de CH_4 liées aux effluents en plus au bâtiment et au stockage. Dans cette étude, 4,5 % du lisier obtenu est méthanisé, en tenant compte d'une évacuation fréquente du lisier. Dans les travaux du Citepa, 6 % des places de porcs sont concernées pour la méthanisation (Citepa, 2024b) et les travaux du Citepa considèrent la méthanisation comme l'intégralité de la filière de gestion (un seul facteur d'émissions), tandis que dans les travaux du RMT MAELE, une étape de préstockage au bâtiment est intégrée avant l'étape de méthanisation (deux facteurs d'émissions successifs).

Synthèse pour l'ensemble des élevages :
L'approche d RMT MAELE repose sur la mobilisation de cas-types dans lesquels il y a une connaissance précise de l'alimentation des animaux et de leurs performances zootechniques. Mais le nombre limité de cas types freine la qualité de la représentativité nationale. A contrario, les inventaires du Citepa suivent une approche basée sur les statistiques, mais il y a moins d'informations liées aux pratiques. Les deux approches encadrent certainement les émissions des élevages en France.

- **Importance des pertes gazeuses azotées polluantes des élevages au regard de l'excrétion des animaux**

Les quantités d'azote excrété par les animaux sont présentées dans la ***fiche 4 - Chiffres-clés sur la production brute d'effluents d'élevage***. Au total, en 2022, 37 % de l'azote excrété par les animaux d'élevage au bâtiment (azote maîtrisable) et 9 % de l'azote excrété au parcours ou au pâturage (azote non-maîtrisable) sont émis sous forme polluante gazeuse au cours de la chaine de gestion des effluents ($N\text{-}NH_3$, $N\text{-}N_2O$, N-NO) (Tableau 2).

Tableau 3. Part d'azote excrété émis sous forme d'émissions gazeuses azotées polluantes

	Porcs	Poules pondeuses	Volailles de chair et palmipèdes	Bovins	Ovins	Caprins	Élevage, 2022
Émissions gazeuses polluantes d'azote (NH_3, N_2O, NO), kt N/an							
Bâtiment + stockage + épandage	36,1	16,3	24,8	279	19,3	8,9	**385**
Parcours / Pâturage	0,17	0,86	2,1	60,7	2,1	0	**65,9**
Part d'azote excrété émis sous forme d'émissions gazeuses polluantes, %							
Excrétions au bâtiment	35,6%	41,7%	44,1%	36,5%	37,6%	39,1%	**37,1%**
Excrétions au parcours / pâturage	31,3%	21,7%	23,1%	8,8%	5,1%		**8,9%**

La mise en place et le déploiement de BPE au niveau des bâtiments (lavage d'air, modalités de gestion des effluents, stratégies d'alimentation des animaux, …), du stockage des effluents (couverture de fosse, méthanisation) et de l'épandage des effluents (RMT Elevage et environnement, 2019) permet de réduire encore les émissions liées aux excrétions réalisées en bâtiment.

- **<u>Importance des pertes gazeuses liées aux élevages par rapport aux autres secteurs d'activité</u>**

Avec les chiffres du Citepa (2024a), la part des émissions gazeuses liées aux élevages peut être regardée au regard des autres émissions liées à l'agriculture et des émissions d'autres secteurs d'activité (Figure 1). Les émissions des élevages, sont responsables de 77 % des émissions de CH_4, de 30 % des émissions totales de N_2O et de 75 % des émissions totales de NH_3 en France.

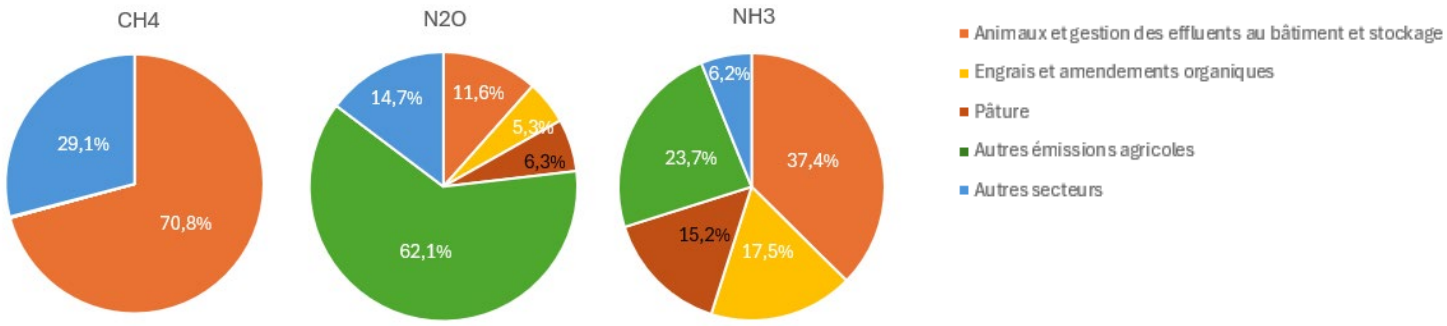

Figure 1. Contribution de l'agriculture et de l'élevage aux émissions françaises – secten 2022 (Citepa, 2024)

2.2. *Émissions directes et indirectes des élevages*

Les émissions indirectes de CH_4, N_2O et NH_3 représentent respectivement 5 %, 76 % et 40 % des émissions totales (directes et indirectes) respectivement de CH_4, de N_2O et de NH_3 de l'élevage (Figure 2). Une part des émissions indirectes provient des importations de matières premières et de leur production à l'international.

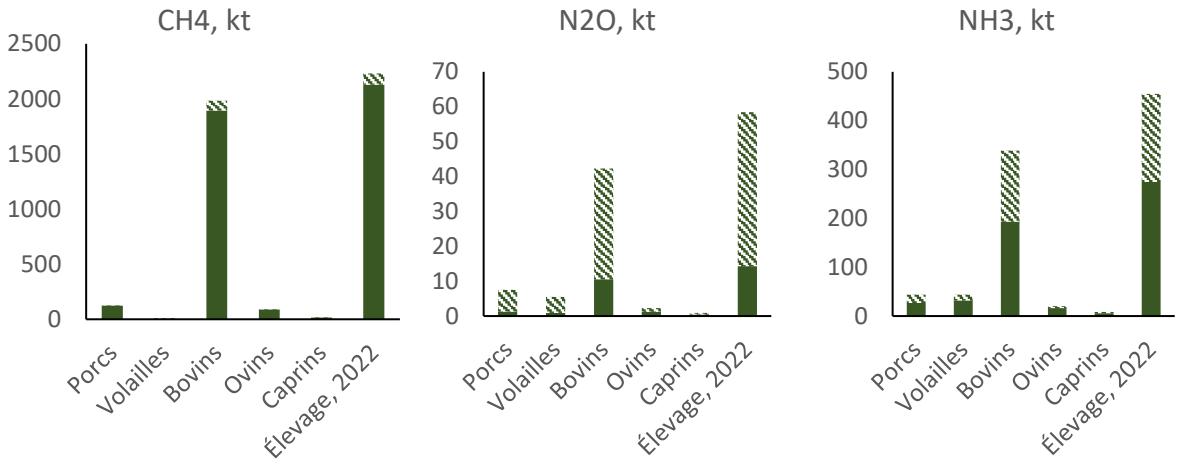

Figure 2. Émissions directes et indirectes CH_4, N_2O et NH_3 liées aux élevages (émissions directes en couleur pleine et indirectes en hachuré)

En France, les impacts Acidification et Changement climatique liés aux élevages sont respectivement de 1489 Méga mol H+ et 104 Méga t eq CO_2. Les émissions indirectes représentent respectivement 45 % et 34% de ces impacts.

Tableau 4. Emissions directes et indirectes des élevages liées aux impacts acidification et changement climatique

Impacts	Porcs	Volailles	Bovins	Ovins	Caprins	Élevage 2022
Acidification, en Méga mol H+	152	168	1 070	72	27	**1 489**
Emissions directes	86	113	555	50	19	**824**
Emissions indirectes	65	55	515	21	9	**665**
Changement climatique, en kt eq CO_2	9 200	6 910	83 178	3 791	979	**10 4059**
Emissions directes	4 051	1 141	60 102	3 035	611	**6 8941**
Emissions indirectes	5 149	5 769	23 076	756	368	**3 5118**

Références

- Agreste, 2017. Enquête pratiques culturales en grandes cultures et prairies 2017 - Principaux résultats, 21p.
- Citepa, 2024a. Rapport Secten édition 2024, Emissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques en France. 1990-2023. 561 p.
- Citepa 2024b. Rapport OMINEA, Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France – 21ème édition. 1236 p.
- EMEP, 2019. Air pollutant emission inventory Guidebook. 70 p.
- IPCC, 2019. Chapter 10 : Emissions from livestock and manure management. 225 p.
- MASA / SSP, 2017. Résultats des Enquêtes Pratiques Culturales 2017 (https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/Chd2009/detail/)
- RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. 361 p.

V1 30/01/2025

https://www.maele.fr/