

**INVENTAIRE NATIONAL DES EMISSIONS GAZEUSES (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>) LIEES A  
LA GESTION DES DEJECTIONS ANIMALES : LES DONNEES  
BIBLIOGRAPHIQUES ET LES RESULTATS POUR L'ELEVAGE AVICOLE**

**Gac Armelle, Béline Fabrice, Bioteau Thierry**

*Cemagref, 17 avenue de Cucillé, 35044 Rennes*

**RÉSUMÉ**

L'objectif de cette étude est d'établir un inventaire détaillé des émissions de méthane (CH<sub>4</sub>), protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) et ammoniac (NH<sub>3</sub>) issues des déjections animales en France. Une méthode basée sur le concept du bilan matière a été développée pour quantifier les émissions issues des élevages bovins, porcins et avicoles, en prenant en compte les pratiques d'élevage nationales. Une base de données Access® contenant des facteurs d'émissions spécifiques, des données statistiques et des compositions de déjections a été élaborée pour réaliser ce calcul. Les émissions totales de méthane ont été estimées à 365,2 kt C-CH<sub>4</sub>, les émissions de protoxyde d'azote à 28,7 kt N-N<sub>2</sub>O et celles d'ammoniac à 382 kt N-NH<sub>3</sub>. Les déjections des volailles représentent 9 % des émissions totales de CH<sub>4</sub>, 6 % des émissions de N<sub>2</sub>O et 15 % des émissions de NH<sub>3</sub>, avec des contributions différentes des sept catégories de volailles étudiées et des quatre postes d'émissions (extérieur, bâtiment, stockage, épandage). Ces résultats dépendent des facteurs d'émissions utilisés, or l'étude bibliographique a mis en évidence un manque de données concernant les volailles dans la majorité des cas (hormis l'ammoniac au bâtiment). Cela mène à identifier quelques pistes de travail pour améliorer les connaissances sur les émissions gazeuses en élevage avicole.

**ABSTRACT**

The objective of this study is to draw up a detailed inventory of emissions of methane (CH<sub>4</sub>), nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) and ammonia (NH<sub>3</sub>) emissions produced from livestock manure in France. A methodology based on the mass flow concept was developed to quantify the emissions from cattle, swine and poultry production, by taking into account the national practices. An Access® database containing specific emission factors, statistical data and manure composition was developed to carry out this calculation.

Total methane emissions were estimated as 365.2 kt C-CH<sub>4</sub>, nitrous oxide emissions as 28.7 kt N-N<sub>2</sub>O and ammonia emissions as 382 kt N-NH<sub>3</sub>. Poultry manure represents 9 % of the CH<sub>4</sub> total emissions, 6 % of the N<sub>2</sub>O emissions and 15 % of the NH<sub>3</sub> emissions, with differing contributions from the seven types of poultry and four sources of emission (outdoor, buildings, storage, spreading). These results depend on the emission factors used, but the bibliographic review revealed a lack of data about poultry in most of the cases (except for ammonia in buildings). This leads to the identification of further work to improve the knowledge about gaseous emissions in poultry production.

## INTRODUCTION

Les déjections d'élevage sont une source majeure d'émissions gazeuses. Elles contribuent à 22 % de l'ensemble des émissions nationales de méthane (CH<sub>4</sub>), à 27 % des émissions de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) et à 78 % des émissions d'ammoniac (NH<sub>3</sub>) (CITEPA, 2005a et b).

Pour réaliser les inventaires français de ces émissions, les méthodologies internationales disponibles pour les gaz à effet de serre (IPCC, 1997) et pour l'ammoniac (EMEP/CORINAIR, 2003) sont utilisées. Elles présentent des résultats agrégés et, malgré une possibilité d'adapter les facteurs d'émission proposés, elles ne permettent pas de rendre compte des spécificités nationales. Ainsi, des travaux ont été menés à l'étranger, à l'échelle de pays ou continents pour proposer d'autres approches plus précises (notamment Pain, 1998, Chadwick, 1999, Freibauer, 2003).

Dans ce contexte, une étude a été menée pour estimer les flux de gaz à effet de serre (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) et d'ammoniac (NH<sub>3</sub>) liés à la gestion des déjections des élevages bovins, porcins et avicoles pour la France, en tenant compte des pratiques d'élevage nationales. Nous développerons ici plus particulièrement les résultats qui concernent l'élevage avicole.

## 1. MATERIELS ET METHODES

### 1.1. Méthodologie de calcul

Les émissions azotées (N<sub>2</sub>O et NH<sub>3</sub>) et de méthane liées aux déjections d'élevage proviennent des quantités d'azote (N) et de méthane potentiel (C-CH<sub>4</sub>) excrétées par les animaux. Ces excréments sont réparties entre l'extérieur et le bâtiment, en proportions variables en fonction des conduites d'élevage. Les émissions gazeuses interviennent ainsi à l'extérieur et/ou au bâtiment, puis successivement au stockage et à l'épandage des déjections.

Dans la présente étude, l'approche par bilan matière a été adoptée pour les trois gaz considérés. Les émissions sont ainsi calculées à chaque étape en fonction des quantités de N et de C-CH<sub>4</sub> potentiel entrant à une étape (cf. Schéma 1). Pour s'assurer de la cohérence du bilan matière, les émissions non polluantes (N<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>) ont également été considérées. Dans le cadre de la révision de la méthodologie EMEP/CORINAIR, l'approche par bilan matière a d'ailleurs été identifiée comme la seule manière de décrire les émissions provenant des élevages à partir des quantités excrétées, en prenant en compte l'aspect de conservation de la matière tout au long de la filière de gestion des déjections (Dämmgen, Webb, 2005). Cette approche permet par ailleurs de considérer plusieurs systèmes d'élevage de manière simple, en faisant varier uniquement les quantités excrétées (Webb, Misselbrook, 2004).

### 1.2. Les données nécessaires au calcul

Les données d'entrée du calcul sont les quantités de N et C-CH<sub>4</sub> excrétées pour chaque catégorie d'animaux, à l'extérieur d'une part et au bâtiment d'autre part. Elles ont été estimées à partir des effectifs annuels moyens d'animaux, des quantités excrétées par tête et du temps passé par les animaux à l'extérieur et au bâtiment. Ces données ont été établies à partir de références et statistiques nationales et de publications, et validées en collaboration avec les instituts techniques, afin de traduire les principales conduites d'élevage existantes (lisier, fumier, fientes, production standard ou de qualité, etc.). En ce qui concerne les volailles, seules les catégories les plus représentatives en terme de quantités de déjections sont considérées. Ainsi, les oies, pintades, cailles et pigeons, qui réunies produisent moins de 1,5 % de l'ensemble des déjections avicoles, n'ont pas été intégrés dans l'approche.

Par ailleurs, une étude bibliographique a été réalisée afin de déterminer des facteurs d'émission (FE) représentatifs des contextes d'élevage français. Les données issues de 167 publications internationales ont été harmonisées dans une unité commune permettant le calcul par bilan matière (%N et %C-CH<sub>4</sub> entrant dans un poste). Puis une analyse de la variance a été effectuée afin de mettre en évidence les éventuels facteurs d'influence sur les FE et de constituer ainsi des modules gaz – animal – poste d'émission – facteurs d'influence (type de déjection, stade physiologique, etc.). Une fois les modules identifiés, la moyenne et l'écart type ont été calculés. Cette analyse n'a pas permis de déterminer de FE pour tous les cas et des recherches ponctuelles ont fourni les informations manquantes. On présente dans le tableau 1 les facteurs d'émission utilisés pour le calcul des émissions liées aux déjections avicoles.

### 1.3. L'outil de calcul des émissions

L'outil de calcul des émissions gazeuses est une base de données développée sous Access 2000 ®. Elle intègre les facteurs d'émissions, les données de caractérisation des modes d'élevage et la méthodologie par bilan matière. Les calculs correspondants aux différentes étapes sont effectués en chaîne grâce à des requêtes imbriquées. Son caractère évolutif permet une actualisation des données nécessaires au calcul pour mettre à jour les résultats ou considérer de nouvelles conduites d'élevage.

## 2. RESULTATS ET DISCUSSION

L'inventaire des émissions gazeuses liées aux déjections issues des élevages de bovins, porcins et volailles a été calculé pour l'année 2003. Les émissions de méthane ont été estimées à 365,2 kt C-CH<sub>4</sub> +/- 233 % (majoritairement liées aux

déjections de bovins et aux postes bâtiment et stockage), les émissions de protoxyde d'azote à 28,7 kt N-N<sub>2</sub>O +/- 157 % (émis principalement par les bovins au pâturage, ainsi qu'au cours de l'épandage) et les émissions d'ammoniac à 382 kt N-NH<sub>3</sub> +/- 125 % (avec une répartition plus homogène entre les espèces animales et les postes d'émissions). Alors que les volailles représentent respectivement 8,0 et 8,4 % des quantités totales de méthane potentiel et d'azote excrétées, elles contribuent à 9 % des émissions totales de CH<sub>4</sub>, soit 34,4 kt C-CH<sub>4</sub> +/- 275 %, à 6 % des émissions de N<sub>2</sub>O, soit 1,6 kt N-N<sub>2</sub>O +/- 207 % et à 15 % des émissions de NH<sub>3</sub>, soit 56,7 kt N-NH<sub>3</sub> +/- 125 %, devant les porcs dont la contribution est de 13 % pour ce gaz (et 9,3 % de l'azote excrété) (cf. Figure 2).

En regardant de manière détaillée les résultats obtenus pour l'élevage avicole (cf. Tableau 2), il apparaît que les sept catégories de volailles d'une part, et les quatre postes d'émissions d'autre part, participent de manière différente aux émissions : les canards à rôti contribuent à 32 % des émissions de CH<sub>4</sub> et le stockage des déjections à 62 % ; les émissions de N<sub>2</sub>O sont principalement liées aux poules pondeuses d'œufs de consommation (40 %) et à l'épandage (50 %) ; les émissions de NH<sub>3</sub> proviennent pour 36 % de l'élevage de poulets de chair et pour 65 % du poste bâtiment.

En identifiant les secteurs les plus émetteurs, ces résultats indiquent des pistes de travail possibles sur la réduction des émissions gazeuses en élevage avicole.

Toutefois, ces résultats et les niveaux d'incertitude associés sont directement influencés par les facteurs d'émission utilisés. Les données bibliographiques dont ils sont issus ont été sélectionnées en fonction de leur représentativité par rapport aux pratiques d'élevage et aux conditions climatiques nationales. L'étude bibliographique a ainsi mis en évidence des domaines pour lesquels peu de facteurs d'émissions sont disponibles dans la littérature. Ainsi, parmi les données sélectionnées, aucune ne concernait les aires de parcours des volailles (les FE du tableau 1 ont été obtenus par extrapolation) ; dans les bâtiments, les gaz à effet de serre sont très peu étudiés (0 donnée exploitable pour le N<sub>2</sub>O, une seule pour le CH<sub>4</sub>), les travaux étant concentrés sur l'ammoniac (38 données) ; le constat est similaire en ce qui concerne les émissions liées à la gestion des fientes au cours du stockage (1 seule donnée de terrain concernant NH<sub>3</sub>) et de l'épandage (0 donnée).

Ce constat met en évidence la nécessité d'approfondir les connaissances dans ces domaines. Les prochaines mesures de terrain obtenues pourraient ainsi être prises en compte pour améliorer la qualité de l'approche.

## CONCLUSION

L'inventaire obtenu permet de disposer de données détaillées par catégorie d'animal et par poste d'émission, en prenant en compte les modes d'élevage nationaux.

L'étude bibliographique a identifié des domaines pour lesquels les connaissances sur les émissions liées aux élevages avicoles sont insuffisantes et l'obtention de données de terrain supplémentaires serait nécessaire.

La base de données développée est un outil nouveau pour estimer les émissions gazeuses liées aux déjections animales en France. Grâce à la méthodologie adoptée, elle permet également d'évaluer l'impact global de technologies de réduction des émissions (par changement des facteurs d'émissions). Elle pourrait ainsi devenir un outil d'aide à la décision utile pour orienter l'élevage avicole vers des pratiques plus respectueuses de l'environnement vis à vis des émissions gazeuses.

Cette étude a fait l'objet d'un financement de l'Ademe (contrat n° 0375C0118) que les auteurs tiennent ici à remercier.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Chadwick DR, Sneathe RW, Phillips VR, Pain BF, 1999. Atmos. Environ., (33), 3345-3354
- CITEPA, 2005. CORALIE format CCNUCC mise à jour décembre 2005. pp362.
- CITEPA, 2005. CORALIE format CEE-NU mise à jour décembre 2005. pp186.
- Dämmgen U, Webb J, 2006. Agr. Ecosyst. Environ., (112), 241-248
- EMEP/CORINAIR, Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 3<sup>rd</sup> Edition, September 2003
- Freibauer A., 2003. Europ. J. Agronomy, (19), 135-160
- Gac A, Béline F, Bioteau T, 2006. Flux de gaz à effet de serre (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) et d'ammoniac (NH<sub>3</sub>) liés à la gestion des déjections animales : Synthèse bibliographique et élaboration d'une base de données. rapport final. Cemagref, Ademe, pp98
- IPCC, Revised 1996 IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories: reference manual, 1997
- Pain BF, Van Der Weerden TJ, Chambers BJ, Phillips VR, Jarvis, SC, 1998. Atmos. Environ., Vol. 32, No 3, 309-313
- Webb J, Misselbrook TH, 2004. Atmos. Environ., (38), 2163-2176

Figure 1. Le calcul des émissions gazeuses par bilan matière

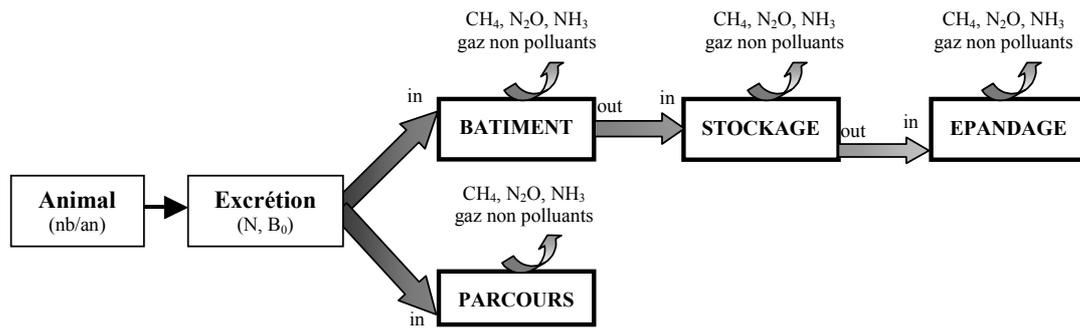


Tableau 1. Facteurs d'émission pour les volailles utilisés dans le calcul de l'inventaire (NH<sub>3</sub> et N<sub>2</sub>O en % du N entrant, CH<sub>4</sub> en % du C-CH<sub>4</sub> entrant, écart type entre parenthèses)

	CH <sub>4</sub>			N <sub>2</sub> O			NH <sub>3</sub>		
	lisier	fumier	fientes	lisier	fumier	fientes	lisier	fumier	fientes
PATURAGE	0,04 (0,04)			0,9 (0,9)			10,7 (10,7)		
BATIMENT	31,8 (24,4)	4,4 (4,4)	4,4 (4,4)	0,09 (0,09)	1,2 (1,2)	1,2 (1,2)	29,2 (13)	30,4 (26)	12,3 (13,5)
Poules Chair		0 (0)	0 (0)		0 (0)	0 (0)			
STOCKAGE	16,7 (20,4)	10,4 (21,4)	10,4 (10,4)	0 (0)	0,3 (0,36)	0,15 (0,15)	3,5 (3,3)	9,5 (11,5)	8,5 (3,3)
EPANDAGE	0,04 (0,04)			0,9 (1)			19,6 (13,6)	10,7 (9,3)	10,7 (10,7)

Figure 2. Contribution (en pourcentage) des trois espèces animales aux émissions nationales de CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O et NH<sub>3</sub>, et valeur des émissions pour chaque espèce en kt de C-CH<sub>4</sub>, N-N<sub>2</sub>O et N-NH<sub>3</sub>

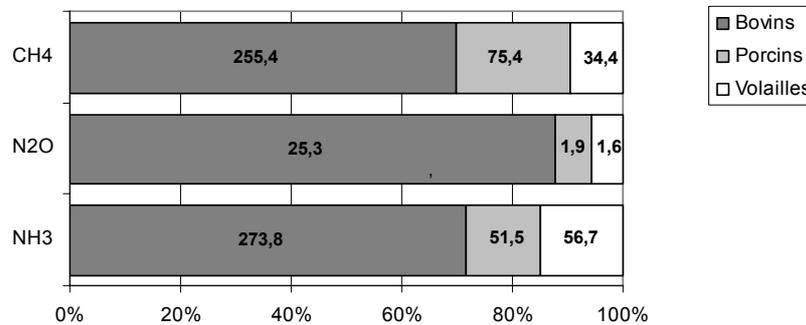


Tableau 2. Emissions gazeuses calculées pour les différentes catégories de volailles pour l'année 2003

	kt C-CH <sub>4</sub>					kt N-N <sub>2</sub> O					kt N-NH <sub>3</sub>				
	Parc.	Bât.	Stoc.	Ep.	Total	Parc.	Bât.	Stoc.	Ep.	Total	Parc.	Bât.	Stoc.	Ep.	Total
poulettes	0,0	0,6	1,3	0,0	1,9	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	1,7	0,4	0,4	2,5
pondeuses – OAC <sup>1</sup>	0,0	0,3	0,7	0,0	0,9	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	1,9	0,4	0,4	2,6
pondeuses - œufs conso <sup>2</sup> .	0,0	3,6	3,5	0,0	7,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,6	0,1	5,3	2,2	3,1	10,7
poulets de chair	0,0	0,0	7,1	0,0	7,1	0,0	0,0	0,1	0,3	0,4	0,3	14,1	3,1	3,1	20,5
dindes et dindons	0,0	0,0	5,2	0,0	5,2	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,0	9,2	2,0	2,0	13,3
canards gras <sup>3</sup>	0,0	0,6	0,5	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	0,1	0,2	1,1
canards à rôtir	0,0	8,1	2,9	0,0	10,9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	3,9	0,3	1,8	6,1
<b>TOTAL VOLAILLES</b>	<b>0,0</b>	<b>13,1</b>	<b>21,2</b>	<b>0,1</b>	<b>34,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,8</b>	<b>1,6</b>	<b>0,5</b>	<b>36,8</b>	<b>8,5</b>	<b>10,9</b>	<b>56,7</b>

<sup>1</sup> : OAC : œufs à couvrir    <sup>2</sup> : œufs conso. : œufs de consommation    <sup>3</sup> : canards gras : ensemble PAG et en gavage  
 Parc. : parcours    Bât. : bâtiment    Stoc. : stockage    Ep. : épandage