

## UNE BASE DE DONNEES POUR CARACTERISER LES EMISSIONS GAZEUSES

**Vigan Aurore<sup>1</sup>, Ponchant Paul<sup>2</sup>, Guingand Nadine<sup>1</sup>, Espagnol Sandrine<sup>1</sup>, Hassouna Mélynda<sup>3</sup>, Lorinquer Elise<sup>4</sup>, Lagadec Solène<sup>5</sup>, Brame Coline<sup>5</sup>, Edouard Nadège<sup>6</sup>, Genermont Sophie<sup>7</sup>, Loyon Laurence<sup>8</sup>, Eugène Maguy<sup>9</sup>, Klumpp Katja<sup>10</sup>, Fiorelli Jean-Louis<sup>11</sup>, Mathias Etienne<sup>12</sup>, Legall Cécile<sup>13</sup>, Cohan Jean-Pierre<sup>14</sup>, Eglin Thomas<sup>15</sup>, Robin Paul<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>IFIP Institut du Porc, La motte au Vicomte 35651 Le Rheu Cedex, <sup>2</sup>ITAVI, 41 rue de Beaucemaine 22440 Ploufragan, <sup>3</sup>INRA UMR SAS, 65 rue de St Brieuc 35000 Rennes, <sup>4</sup>IDELE, Monvoisin BP 67 35652 Le Rheu Cedex, <sup>5</sup>CRAB, Rue Maurice le Lannou 35042 Rennes, <sup>6</sup>INRA UMR PEGASE, Domaine de la Prise 35590 St Gilles, <sup>7</sup>INRA UMR ECOSYS, Route de la Ferme 78850 Thiverval-Grignon, <sup>8</sup>IRSTEA, Avenue de Cucillé 35000 Rennes, <sup>9</sup>INRA UMRH, 63122 St Genès Champagnelle, <sup>10</sup>INRA UREP, 63039 Clermont Ferrand, <sup>11</sup>INRA SAD-ASTER, 662 Avenue Louis Buffet 88500 Mirecourt, <sup>12</sup>CITEPA, 42 Rue de Paradis 75010 Paris, <sup>13</sup>TERRES INOVIA, 1 rue des Coulots 21110 Bretenière, <sup>14</sup>ARVALIS, 44370 La Chappelle St Sauveur, <sup>15</sup>ADEME, 20 Avenue du Grésillé 49000 Angers

[aurore.vigan@ifip.asso.fr](mailto:aurore.vigan@ifip.asso.fr)

### RÉSUMÉ

L'amélioration des connaissances relatives aux émissions d'ammoniac et de GES du secteur de l'élevage est indispensable afin de réduire son impact environnemental et ainsi répondre aux exigences sociétales et réglementaires au niveau national et Européen. Un consortium regroupant des acteurs de la recherche (Inra, Irstea) et du développement (Ifip, Itavi, Idele, CRAB, Terres Inovia, Arvalis) s'est créé pour mutualiser les références relatives aux émissions gazeuses des élevages de volailles, d'herbivores et de porcs dans une base de données intitulée ELFE (Elevages et Facteurs d'Emission). Son objectif principal est de produire des facteurs d'émissions (FE) NH<sub>3</sub>, GES, odeurs et particules par itinéraire technique en intégrant les différents postes d'émissions (bâtiment, stockage, traitement, épandage et pâturage). La première étape du projet a été d'établir la structure de la base pour intégrer les données d'émissions publiées et les métadonnées associées pouvant expliquer leur variabilité. La seconde étape est l'alimentation de cette base à partir des références disponibles dans la littérature internationale. L'étape suivante concerne leurs analyses en vue de calculer des FE moyens par itinéraire technique, mais aussi d'étudier l'influence des métadonnées sur leurs variabilités. La diffusion des résultats sera réalisée sous forme de publications scientifiques mais aussi sous forme d'un guide qui sera largement diffusé auprès des acteurs des filières animales.

### ABSTRACT

#### A database to determine gaseous emission

Improving the knowledge on the magnitude and origin of gaseous emissions from livestock sector is essential to reduce emissions, to meet the societal requirement and to setup regulations at national and European levels. A consortium involving research (Inra, Irstea) and technical development (Ifip, Itavi, Idele, CRAB, Terres Inovia, Arvalis) was created to setup a robust database (ELFE) on (inter)national literature references on gaseous emissions of poultry, herbivore, pork productions and related indicators. With help of the database ELFE, we aim to determine emission factors (EF) for NH<sub>3</sub>, GHG, odors and particles per technical itinerary, in order to integrate different steps of animal and manure management (i.e. building, manure storage and treatment, spreading and pastures) in the estimations of livestock emissions. Building the structure of the database was the first step of this project. Further on, national and international literature data has been integrated in the database. The next steps concentrate on data analysis to determine average EF's per itinerary and EF-variability due to metadata (i.e. animal type, climate, diet, duration, storage type...). Outcomes will be published in scientific journals but also made available for stakeholders as guidance document (i.e. fact sheets, technical reports).

## INTRODUCTION

En France, le secteur de l'élevage est responsable de 70% des émissions d'ammoniac et de 17,8% des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES – Citepa, 2012). La caractérisation de ces émissions apparaît comme un enjeu incontournable du développement de ce secteur en France mais aussi en Europe. La diversité de l'élevage français résulte de différentes combinaisons d'espèces animales, stades physiologiques, modes de logement, types d'effluents mais aussi pratiques des éleveurs. Cette diversité conduit à des niveaux d'émissions gazeuses variables et dont les facteurs de variation sont souvent mal connus. De plus, le manque d'information sur les conditions d'acquisition tant sur les données techniques que météorologiques rend complexe la comparaison des facteurs d'émission publiés dans la littérature. Ainsi, la mise en œuvre d'une base de données regroupant uniquement les facteurs d'émission publiés dans la littérature ou acquis au cours de projets menés par les différents acteurs du RMT Elevages et Environnement serait insuffisante pour répondre à cet enjeu. C'est pourquoi la base de données ELFE (Elevages et Facteurs d'Emission) a été créée. Le premier objectif visé par cette base est d'élaborer des facteurs d'émission moyens en fonction de différents itinéraires techniques. Elle permettra également d'étudier ces facteurs d'émissions sur la base de critères spécifiques liés aux objectifs finaux et aux métadonnées disponibles concernant les valeurs d'émissions intégrées dans la base. Enfin, la base ELFE permettra d'identifier des facteurs de variation susceptibles de contribuer à réduire l'impact de l'élevage sur l'environnement.

## 1. MATERIELS ET METHODES

Les instituts de recherche (Inra, Irstea) et du développement (Ifip, Itavi, Idele, CRAB, Terres Inovia, Arvalis) avec l'appui financier de l'ADEME, se sont rassemblés afin de mener un projet consistant à élaborer une base de données des facteurs d'émissions gazeuses, d'odeurs et de particules liés à l'élevage.

### 1.1. Périmètre de la base de données

En accord avec les thématiques et missions du RMT Elevages et Environnement, la base de données ELFE couvre les productions avicole, herbivore (bovine, ovine, caprine et équine) et porcine.

Ces productions sont étudiées à travers les différentes étapes des conduites animales et de gestion des effluents. Les postes bâtiments, ouvrages de stockage extérieur des effluents, pâturage, traitement et épandage des effluents sont donc intégrés dans la base ELFE. Les émissions gazeuses considérées dans cette base concernent l'ammoniac (NH<sub>3</sub>), le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), le méthane (CH<sub>4</sub>), le méthane

entérique (CH<sub>4</sub> entérique), le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S), les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), les composés organiques volatiles (COV) et également les odeurs et particules.

### 1.2. Création de la base de données

#### Structure commune aux différents postes d'émission

La base de données ELFE a été créée sous Excel®. Elle est structurée par poste d'émission et par production animale pour le poste « bâtiment ». Ce poste regroupe donc l'ensemble des données relatives aux émissions des bâtiments pour une production donnée alors que les postes « stockage » et « épandage » regroupent l'ensemble des données relatives aux émissions des ouvrages de stockage et de l'épandage toutes productions confondues.

La base est ensuite organisée en blocs thématiques pour les paramètres à renseigner. Les cinq premiers et les trois derniers blocs sont communs à tous les postes d'émission.

Les cinq premiers blocs communs représentent une quarantaine de paramètres à renseigner.

Le premier bloc concerne les identifiants liés à la ligne de saisie et à la publication ainsi que l'objet traité dans la publication (production animale et poste d'émission).

Le deuxième bloc est constitué uniquement du composé considéré (NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NO<sub>x</sub>, COV, odeurs, particules) sachant que chaque ligne de la base correspond à un seul composé ; une publication couvrant par exemple NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> et CO<sub>2</sub> sera représentée par quatre lignes dans la base. Le troisième bloc concerne la localisation géographique de l'expérimentation alors que le quatrième est dédié aux paramètres climatiques lors de l'acquisition des données (température, hygrométrie, vitesse du vent, ...).

Dans le cinquième bloc, les facteurs d'émissions, tels qu'ils sont communiqués dans la publication, sont à renseigner (valeur, écart-type, min, max et unité associée).

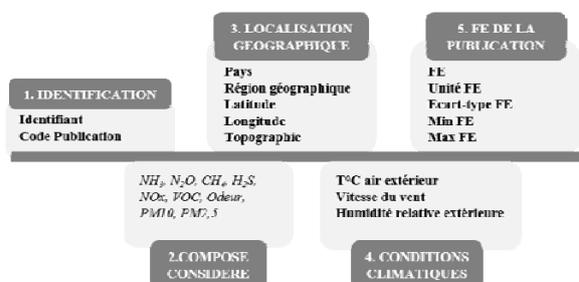


Figure 1 : Structure des blocs communs à tous les postes

Parmi les trois derniers blocs communs, celui dédié à la métrologie permet de regrouper l'ensemble des paramètres liés à l'échantillonnage (méthode de prélèvement, fréquence, localisation, ...) et aux mesures (méthode d'analyse, équipement, ...). Ensuite, un bloc permet de renseigner s'il y a un bilan de masse et le cas échéant, les résultats de ce bilan. Enfin, le dernier bloc de la base offre la possibilité d'indiquer des critères de pertinence en lien aux objectifs du projet ainsi que des remarques complémentaires.

### Structure du poste « bâtiment »

Cinq blocs thématiques supplémentaires constituent la base pour le poste « bâtiment ». Ils sont listés ci-dessous avec quelques exemples des colonnes qui les constituent et de leurs variables :



Figure 2 : Structure des blocs pour le poste bâtiment

### Structure du poste « stockage »

Trois blocs supplémentaires constituent la base pour le poste « stockage » :

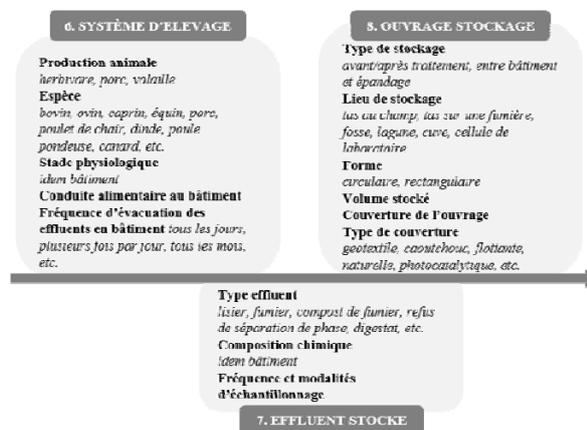


Figure 3 : Structure des blocs pour le poste stockage

### Structure du poste « épandage »

Six blocs supplémentaires constituent la base pour le poste « épandage » :



Figure 4 : Structure des blocs pour le poste épandage

A ce jour, l'ossature de la base pour les postes traitement et pâturage est en cours de validation. Pour les postes bâtiment, stockage et épandage respectivement, environ 500, 150 et 200 paramètres peuvent être potentiellement renseignés.

Enfin, dans une optique de valorisation des résultats à l'échelle internationale, la base de données a été créée en anglais.

### 1.3. Références utilisées dans la base de données

Dans un premier temps, les acteurs du RMT Elevages et Environnement ont mutualisé l'ensemble de leurs références.

Elles ont ensuite été complétées en utilisant d'une part, le travail de synthèse bibliographique de Gac et al., 2006 et de Griffing et al., 2007 pour les périodes de 1991 à 2004 et de 1981 à 2005 respectivement. D'autre part, un travail d'actualisation pour la période 2005 à 2016 a été effectué sur Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>) en utilisant des séquences de mots-clés spécifiques pour chacune des productions et des postes d'émission.

Différentes catégories de références bibliographiques traitant des différentes productions et postes d'émissions ont été collectées : des articles de revues scientifiques à comité de lecture (Biosystems Engineering, Atmospheric Environment, ...), des actes de colloque (ASAE, CIGR, JRP, 3R, JRA, ...), des articles techniques ou d'ouvrages (TechniPorc, Terra, ...) mais aussi des rapports d'études. A ce jour, plus des deux tiers des références collectées concernent des articles de revues scientifiques.

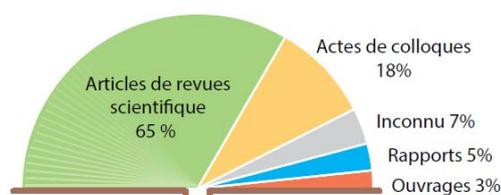


Figure 5 : Proportion des références collectées par type de source

Au total, environ 1 000 références ont été regroupées : près de la moitié concerne les émissions liées aux bâtiments d'élevage ; un quart de ces références concerne le stockage extérieur ; le quart restant regroupe le traitement, l'épandage et le pâturage. Les productions porcine, herbivore et avicole concernent respectivement 47, 30, et 23% de ces références.

## 2. UTILISATION DE LA BASE DE DONNEES

### 2.1. Analyse des données acquises

A partir du large panel de données compilées au sein de la base ELFE, différentes utilisations peuvent être envisagées. Néanmoins, les données et métadonnées intégrées à cette base devront dans un premier temps être homogénéisées afin de procéder à leur analyse et à des comparaisons. En effet, les données saisies dans la base correspondent aux données brutes communiquées dans les publications.

L'homogénéisation des unités d'expression des différents paramètres est donc indispensable pour permettre (1) le calcul de facteurs d'émission par itinéraire et (2) l'analyse des valeurs en fonction de différents facteurs de variation.

Par ailleurs, l'identification de ces facteurs de variations constitue également un des objectifs de ce projet. Des paramètres techniques liés à la conduite de l'élevage (stade physiologique, gestion des effluents, ...) ainsi que des paramètres métrologiques liés à l'échantillonnage et à l'analyse (méthode et équipement, fréquence et durée des mesures, ...) seront ainsi analysés dans ce sens.

### 2.2. Evaluation des données acquises

Une réflexion commune sur l'évaluation de la qualité des données intégrées dans la base est également engagée dans le cadre de ce projet. En effet, les références bibliographiques collectées seront de qualité variable du fait du manque d'informations plus ou moins conséquent sur les conditions d'acquisition des données. La définition de plusieurs niveaux de qualité permettra donc d'attribuer chacun de ces niveaux à une perspective d'utilisation précise des données de la base.

A partir de la réflexion autour de cette notion de qualité des données, deux familles ont été identifiées : une première famille qui doit permettre de juger le

niveau d'information sur la base d'une liste de paramètres indispensables déterminés préalablement ; une deuxième famille sur la métrologie qui doit également permettre de juger le niveau de description de la méthode mais également la pertinence et la représentativité des méthodes de mesure.

### 2.3. Diffusion scientifique et technique

A partir des acquis développés par la base de données ELFE, différentes perspectives de diffusion et de valorisation sont envisagées. Cette action s'effectuera donc sous différents types de supports, de la publication d'articles scientifiques et d'actes de colloques à la création d'une brochure regroupant l'ensemble des facteurs d'émission. L'objectif de cette brochure est de fournir un outil afin d'accompagner au mieux les agriculteurs dans leurs choix techniques visant à améliorer la qualité de l'air de leurs élevages.

Des synthèses sur les leviers d'actions visant à réduire l'impact environnemental de l'élevage qui auront été identifiés grâce à ce projet seront également rédigées. Enfin, les résultats du projet seront aussi utilisés dans le cadre d'articles techniques et de formations dispensées par les participants du projet auprès des différents acteurs des filières animales.

## CONCLUSION

La base ELFE a pour objectif de mobiliser et mutualiser les acquis sur les données relatives aux émissions de NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, odeurs et particules des productions avicole, herbivore et porcine au niveau des postes bâtiment, stockage, traitement, épandage et pâturage. Cette mutualisation permettra de formaliser le niveau de connaissance des facteurs d'émissions gazeuses des élevages et ainsi, d'identifier de nouvelles pistes de recherche dans ce domaine. L'intégration des métadonnées associées aux facteurs d'émission doit permettre de comparer les données acquises par les différentes équipes de recherche au niveau international tout en prenant en compte les différentes configurations et spécificités des systèmes d'élevage. Ainsi, cela devra permettre d'identifier des leviers d'actions en vue de réduire l'impact environnemental de l'élevage par rapport aux émissions gazeuses. La finalité technique de ce projet est de fournir aux éleveurs, techniciens, scientifiques mais aussi aux structures décisionnelles, des valeurs moyennes de facteurs d'émission de NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, odeurs et particules en fonction des différents itinéraires techniques des productions avicole, herbivore et porcine.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CITEPA, 2012. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – format SECTEN
- 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, 79pp.
- Griffing E.M., Overcash M., Westerman P., 2007. A review of gaseous ammonia emissions from slurry pits in pig production systems. Biosyst. Eng., (97), 295-312