

ENJEUX ET EVALUATION DES EMISSIONS GAZEUSES DANS LES ELEVAGES DE VOLAILLES

Paul PONCHANT¹, Paul ROBIN², Mélynda HASSOUNA²

¹ITAVI – Zoopole Beaucemaine. 22440 Ploufragan

²INRA – UMR SAS – Route de Saint Brieuc. 35000 Rennes

ponchant@itavi.asso.fr

RESUME

D'après les inventaires du CITEPA, le secteur agricole est directement responsable de 19% des émissions de gaz à effet de serre (GES) au niveau national avec 46% des émissions agricoles dues aux cultures et 46% aux élevages. Pour l'ammoniac, 95% des émissions nationales sont d'origine agricole avec 75% émis par les élevages et 20% par les cultures. Pour l'aviculture, ces émissions gazeuses proviennent des déjections et sont très variables suivant les conditions climatiques, les pratiques d'élevage, les souches et espèces animales mais également selon le type de bâtiment (ventilation naturelle, mécanisée). L'agriculture est donc un secteur économique contributeur en termes d'émissions gazeuses au niveau national. Différentes étapes au niveau international et européen ont amené un nombre important d'Etats, dont la France, à s'engager dans un processus de réduction des émissions de GES et d'ammoniac (Protocole de Kyoto, Protocole de Göteborg) et par conséquent à mettre en place un certain nombre de mesure pour honorer leurs engagements et répondre aux différentes directives (Directive NEC, Directive IPPC). A ces aspects réglementaires s'ajoutent des contraintes sociales et politiques, comme l'affichage environnemental des produits de consommation. La qualité des facteurs d'émission utilisés est déterminante pour la représentativité des inventaires et la fiabilité de l'information diffusée auprès du consommateur.

Dans ce contexte, la précision des facteurs d'émissions pour chaque secteur est incontournable à deux titres : (i) pour consolider le choix des voies d'atténuation des émissions nationales ; (ii) pour différencier les produits. Etant donnée la grande diversité des systèmes de production avicoles français, les facteurs d'émission sont trop peu précis pour valoriser efficacement cette diversité et les progrès en cours. L'acquisition de facteurs d'émission représentatifs nécessite le développement de méthodes de mesures rapides, fiables et peu coûteuses. L'INRA et l'ITAVI ont travaillé en collaboration pendant plusieurs années afin de proposer une méthode et des outils d'analyse permettant de mener des campagnes de mesure sur le territoire, d'élargir le panel des acteurs impliqués dans cette démarche, et d'envisager la rémunération des éleveurs et conseillers qui contribuent à la réduction des émissions. Cela devrait permettre de compléter les facteurs d'émission utilisés par le CITEPA pour la réalisation de ses Inventaires Nationaux annuels et d'accélérer la diminution des impacts environnementaux des élevages avicoles.

ABSTRACT

In France, according to CITEPA's inventories, agricultural activities are directly responsible for 19% of greenhouse gases emissions (GHG) and for 95% of national emissions of ammonia, whose 77% are emitted by livestock activities. For poultry, these gaseous emissions result from manure and are highly variable, depending on climatic conditions, farming practices, strains and species but also on the type of building (natural or mechanical ventilation). So, agriculture is a non-negligible contributor in terms of gas emissions at the national level. Different stages in international and European level have led to a large number of states, including France, to engage in a process of reducing GHG emissions and ammonia (Kyoto, Gothenburg Protocol) and therefore to develop a number of measures to respects their commitments and respond to European directives (NEC, IPPC). To these, are added some social and political constraints as environmental labeling. The quality of the emission factors used is critical to the representativeness of inventories and reliability of the information provided to the consumer.

In this context, the accuracy of the emission factors for each sector is essential for two reasons: (i) to consolidate the choice of national emissions mitigation strategies, (ii) to differentiate products. Given the great diversity of French poultry production systems, emission factors are too vague to effectively promote this diversity and the current progress. The acquisition of representative emission factors requires the development of rapid, reliable and inexpensive methods for measurements. INRA and ITAVI have worked for several years to provide a method and analytical tools for conducting measurement campaigns on the territory, extend the range of actors involved in this process, and consider the remuneration of farmers and consultants who contribute to the reduction of emissions. This should help to complete the emission factors used by CITEPA for the achievement of its annual National Inventories and accelerate the reduction of environmental impacts of poultry farms.

Introduction

Les inventaires du CITEPA précisent que l'agriculture est responsable de 19% des émissions de gaz à effet de serre (GES), avec 46% des émissions agricoles dues aux cultures et 46% aux activités d'élevage. Cette part devrait augmenter dans les prochaines décennies si les émissions industrielles, de l'habitat et des transports diminuent conformément aux scénarios actuels (de Perthuis, 2011). Pour l'ammoniac, 95 % des émissions sont liées aux pratiques agricoles avec près de 75% des émissions agricoles en lien avec les élevages. Ces inventaires, réalisés par le CITEPA, reposent sur des méthodes de calcul officiellement reconnues à l'échelle mondiale et européenne (GIEC, EMEP CORINAIR,...). Le système mis en place par le CITEPA (nommé PACRETE) est basé sur des données d'entrées spécifiques aux modes de productions et aux conditions pédoclimatiques (composition des rations alimentaires, nature et composition des effluents, niveaux d'excrétion de l'azote, facteur de volatilisation de l'azote, température annuelle moyenne,...). Cependant les données nécessaires aux calculs (typologies, effectifs et facteurs d'émission) restent encore trop peu précises pour prendre en compte la diversité des productions avicoles, les réductions d'émissions déjà obtenues et donc une estimation précise et représentative de la situation actuelle. Par exemple, l'excrétion azotée est calculée à partir du CORPEN (2006) qui fournit des références pour 78 catégories de volailles, alors que la statistique agricole annuelle (SAA) ne compte que 10 catégories. De même, pour les poules pondeuses n'ayant pas de facteur d'émission correspondant à l'émission de fientes, le facteur d'émission retenu par le CITEPA correspond à celui du fumier (CITEPA, 2012). Enfin, les émissions dépendent du système de production, du climat et des pratiques de conduite des animaux et des effluents mais ces connaissances ne sont valorisées ni dans les typologies ni dans les facteurs d'émission.

Afin d'avoir des facteurs d'émission fiables et précis il est nécessaire (i) de réaliser des mesures dans un grand nombre d'élevages, représentatifs des pratiques moyennes françaises (par exemple, pour la production de volaille en claustration, privilégier les pratiques en cours dans l'Ouest de la France, car la production du

Grand Ouest représente plus de 60% de la production nationale), (ii) d'en déduire une typologie des émissions telle que la variabilité intra-classe soit inférieure aux différences entre classes.

Cet article présente un état des lieux concernant les différents enjeux qui motivent l'acquisition de ces facteurs d'émission et également les méthodes et outils disponibles pour la réaliser dans les meilleures conditions.

1. Les enjeux autour des émissions gazeuses dans les bâtiments d'élevage avicoles

1.1 Enjeux politiques et sociétaux

Diverses concertations à l'échelle mondiale et européenne ont amené un nombre important d'Etats à s'engager à travers différents processus internationaux afin de réduire leurs émissions gazeuses (GES et ammoniac). Lors du Sommet de la Terre à Rio en 1992, suite à une prise de conscience sur la limitation des émissions des GES par les activités humaines, une cinquantaine d'états se sont engagés à réaliser des inventaires exhaustifs et annuels de leurs émissions gazeuses en lien avec le réchauffement climatique. Depuis l'adoption du protocole de Kyoto en 1997, les pays signataires se sont fixés comme objectif de réduire leur émissions de GES. La France avait pour objectif en 2008 de revenir à son niveau d'émission de 1990 et de contribuer à l'effort européen (-8% d'émission de GES en 2008). Le protocole de Göteborg et la Directive NEC (Directive 2001/81 : National Emission Ceillings) fixent des plafonds d'émission nationaux entre autre pour l'ammoniac. La France, comme plusieurs Etats membres, a réduit ses émissions d'ammoniac à 645 kilotonnes en 2010 (seuil fixé à 780 kT en cours de révision pour 2020). Dans ce cadre, l'application des Meilleures Techniques Disponibles (MTD) est un des leviers d'amélioration visant à limiter les émissions d'ammoniac, notamment pour les élevages de taille importante et soumis au cadre de la Directive 96/61/CE (Directive IPPC). Ces engagements internationaux restent néanmoins d'application difficile à l'échelle locale dans le cas des élevages. La principale raison de cette difficulté est la faible corrélation entre les moyens mis en œuvre et les résultats obtenus en

élevage. L'absence de mesures en routine en élevage rend difficile la prise en compte des progrès lorsqu'ils sont obtenus sans investissement dans des MTD. L'acceptabilité de mesures d'émissions gazeuses par les éleveurs est rendue difficile par la crainte d'un alourdissement des contraintes administratives, d'une augmentation de la complexité des dossiers à monter pour faire évoluer leur outil de production, d'une diminution de leur revenu dans un contexte économique défavorable.

Suite au Grenelle de l'Environnement (2007), plusieurs projets de réglementation ont été élaborés dans la politique environnementale de l'Etat français. Ces nouvelles règles ont notamment pour objectif de réduire la pression environnementale des activités agricoles sur les milieux naturels (eau, sol, biodiversité), avec une priorité des efforts sur les émissions de GES. Ainsi, depuis 2009, un projet d’Affichage Environnemental prévoit d’informer le consommateur sur « le contenu en équivalent carbone des produits et de leur emballages ainsi que de l’impact sur les milieux naturels imputables à ces produits ». Les indicateurs utilisés reposent notamment sur des facteurs d’émission qui seront issus pour la plupart des facteurs d’émissions de la littérature internationale. Une phase d’expérimentation de la méthode (acquisition des références, faisabilité pour les entreprises, tests de différents types d’affichage,...) a été lancée en Juillet 2011 sur quelques produits sélectionnés, dont certains produits avicoles (œufs, viande de poulets, viande de canards). Ces règles sont elles aussi basées sur des obligations de moyens. En l'absence d'une vérification de diminutions visibles des impacts environnementaux des élevages ces règles risquent d'être mal comprises par les associations de consommateurs ou de protection de l'environnement.

1.2 Enjeux techniques et scientifiques

En France, près de 3000 élevages de porcs et de volailles sont soumis au règlement de la Directive 96/61/CE (Directive IPPC) refondue au sein de la Directive « IED » (Directive 2010/75/UE) et prévoit la prise en compte des risques et impacts environnementaux (utilisation rationnelle de l'énergie, émissions dans l'eau, dans l'air,...) dès la conception des installations.

Les élevages avicoles (près de 80% des élevages français visés par les Directives) de plus de 40 000 emplacements sont soumis à ces obligations avec notamment l'obligation d'appliquer les Meilleures Techniques Disponibles (ou BAT : Best Available Technics) présentées dans les documents de références (BREF) et l'obligation de déclarer annuellement leurs émissions d'ammoniac (<https://www.declarationpollution.ecologie.gouv.fr/gerep/>). Dans un futur proche, il est envisagé d'étoffer la réglementation en obligeant les élevages à déclarer également leurs émissions polluantes (Ammoniac + gaz à effet de serre). L'absence actuelle d'une méthode incontestable permettant de rendre compte des émissions réelles des élevages rend illusoire la précision et la pertinence des déclarations de la part des éleveurs.

Le Plan de Modernisation des Bâtiments d'Élevage (PMBE), permet aux élevages de certaines régions d'être subventionnés pour construire, développer ou rénover certains aspects de leurs outils de production. Ainsi, selon les régions, la réglementation, les fonds disponibles et l'expertise peuvent varier. Cependant, d'une manière générale pour la filière avicole en terme d'amélioration des pratiques liées aux déjections, sont éligibles à ces subventions les dalles de béton (remplaçant un sol en terre battue), le renouvellement des caillebotis pour les élevages de canards à rôtir, ou encore des systèmes d'abreuvement économes en eau (par exemple, pipettes avec récupérateur). La mise en place de ces nouveaux équipements peut engendrer des niveaux d'émission sensiblement différents des situations classiquement rencontrées en élevage. La mesure des émissions dans un grand nombre d'élevages est nécessaire pour mieux comprendre l'effet sur les émissions des interactions entre système de production, climat et pratiques. Cette compréhension est nécessaire pour optimiser l'efficacité des subventions publiques et pour prendre en compte dans les inventaires nationaux les diminutions des émissions induites.

Dans la bibliographie scientifique, peu d'éléments sont disponibles sur les émissions d'ammoniac et de GES par les élevages avicoles (Méda et al, 2011a) au regard de la diversité des situations. En conséquence les facteurs d'émission sont affectés à des catégories

d'élevage (par exemple : "volailles sur fumier") couvrant une diversité de durées d'élevage, de génétiques animales, de pratiques. La forte incertitude sur les facteurs d'émission qui résulte de cette variabilité de pratiques pose le problème de leur utilisation scientifique et technique dans le cadre de l'évaluation des performances environnementales des élevages avec des outils tels que l'ACV ou la modélisation. La réalisation de mesures dans les élevages devrait permettre peu à peu d'améliorer les typologies et de diminuer l'incertitude induite par la diversité intra-catégorie. L'acquisition de données terrain permettrait également d'identifier et de prioriser des pratiques et des modes de production peu émetteurs et d'améliorer la précision des modèles. Pour que des mesures en grand nombre soient possible, le choix de méthodes peu coûteuses et robustes doit être associé à un développement de la compétence métrologique auprès des techniciens d'élevage et la possibilité de comparer les émissions observées à des élevages de référence.

2. Etat des lieux des connaissances

2.1 Le déterminisme des émissions

Le déterminisme des relations entre pratiques d'élevage et émissions gazeuses a été rappelé par Méda et al. (2011) et dans les deux brochures éditées par les instituts techniques animaux et les Chambres d'Agricultures (Dennery et al., 2012 ; Chambres d'Agriculture et al., 2012). Les premières transformations des déjections conduisent à des composés carbonés et azotés volatils. Le CH₄ est produit dans les milieux anaérobies, humides et riches en carbone biodégradable comme les fientes et fumiers humides. L'émission d'ammoniac fait suite à l'accumulation d'azote ammoniacal dans les effluents anaérobies. Elle augmente avec l'aire de la surface émettrice, la vitesse d'air et la température. Dans le cas des élevages de volailles sur litière, l'entretien d'une vitesse d'air minimale permis par les bâtiments dynamiques a toutefois l'effet contraire. Les faibles vitesses d'air imposées en début de lot permettent de conserver une litière sèche qui conserve l'azote et limite les transformations microbiennes. Lorsque ces dernières se développent dans un milieu aérobie, la nitrification de l'azote ammoniacal entraîne des émissions de N₂O.

Lorsque les nitrates s'accumulent dans des litières âgées, les flores microbiennes dénitrifiantes produisent du N₂O lorsque le potentiel rédox du milieu est favorable. Les émissions d'azote sont systématiquement réduites lorsque le carbone organique n'est pas un facteur limitant de la croissance microbienne. Lorsque le carbone biodégradable est abondant, une litière qui facilite la diffusion de l'oxygène est nécessaire pour éviter l'émission de méthane. Ainsi, la maîtrise de l'humidité, de l'oxygénation et de la disponibilité du carbone permet aux éleveurs de réduire leurs émissions d'NH₃ et de GES. Le mode de logement et la conduite des animaux influencent l'hétérogénéité de répartition des déjections.

2.2 Les facteurs d'émissions (Corpen 2012)

Actuellement, en France les Pouvoirs Publics (et les éleveurs déclarant leurs émissions d'ammoniac et soumis à un plan d'épandage) s'appuient sur les références du CORPEN 2006 pour déterminer les excréments des animaux d'élevage ainsi que les émissions sur le continuum de gestion de l'effluent. Le CORPEN 2006 Groupe Volaille précise des niveaux de volatilisation de l'azote pour les différents postes de l'élevage. Ces valeurs ont été révisées dans la version 2012 du CORPEN (en cours de validation par le comité NPC). En effet, les mesures sur près de 30 bandes en volaille de chair ont permis d'obtenir des références terrain, complétant les dires d'expert sur la partie de l'azote volatilisé. Ainsi, pour les fumiers, la part de l'azote volatilisé s'élève à 32% et pour les lisiers de canards à 21%.

Le document CORPEN du groupe Azote (2006) précise des facteurs d'émission en ammoniac et autres gaz azotés pour les productions avicoles (bâtiment, stockage et épandage), ainsi que quelques techniques et leurs facteurs d'abattement respectifs. La plupart des actions menées sur le bâtiment concerne la gestion de l'eau (bonne évacuation des eaux périphériques au bâtiment, éviter le gaspillage de l'eau d'abreuvement), mais également le pilotage de l'ambiance (gestion du renouvellement d'air, pratique autour du chauffage). Cependant, la plupart de ces références couvrent difficilement l'ensemble des itinéraires de production sur le territoire national et un travail d'acquisition de

références et de choix de typologies spécifiques des émissions gazeuses des activités d'élevage est à poursuivre.

2.3 Les typologies

Il y a environ 600 000 bâtiments d'élevage en France dont 57 000 bâtiments avicoles. La diversité des systèmes de production résulte des différentes combinaisons d'espèces animales (poulet, pintade, dinde), de souches génétiques au sein d'une même espèce (ROSS, COBB, ISA,...), de stades physiologiques (reproducteurs, poulettes, pondeuses), de modes de logement (ventilations naturelle ou mécanique), de types d'effluent (fumiers à base de paille, à base de copeaux, lisiers, fientes), modes de production (claustration, Label Rouge, Biologique...). En outre, pour une catégorie de bâtiment et une espèce animale, les émissions dépendent des pratiques de l'éleveur (régulation de l'ambiance par le couplage du chauffage et de la ventilation), des équipements (pipette, abreuvoir,...) et des conditions climatiques. Actuellement les typologies choisies dans les calculs d'inventaires reposent sur deux types d'effluent (solide ou liquide : fumier ou lisier). Pour que les calculs d'inventaires reflètent la réalité des émissions nationales et les progrès réalisés, il est nécessaire de préciser la typologie ainsi que les facteurs d'émission et les cheptels de chaque catégorie. L'influence des pratiques sur les émissions rend nécessaire la caractérisation d'un grand nombre de bâtiments pour avoir un échantillon représentatif. Pour pouvoir certifier des réductions d'émissions en élevage, la répétition régulière des mesures est nécessaire.

2.4 Les incertitudes

Dans le secteur de l'élevage, les équipes de recherche doivent désormais résoudre un paradoxe : l'incertitude sur les facteurs d'émission est suffisamment faible pour établir la responsabilité de l'élevage dans plusieurs impacts environnementaux mais trop élevée pour garantir un scénario de réduction. Cette incertitude fragilise la crédibilité des programmes de réduction des émissions. Selon le GIEC (GIEC, 2006), cette incertitude a deux origines : la première est liée à l'extrapolation de facteurs d'émissions à des catégories d'élevage d'une typologie donnée (incertitude d'extrapolation). Elle sera minimale si les

élevages de chaque catégorie sont homogènes et si les facteurs d'émissions sont acquis sur des élevages parfaitement représentatifs de chaque catégorie. La seconde provient de la mesure d'émission en élevage (incertitude d'observation). Cette incertitude dépend de la précision des capteurs, de la représentativité des échantillons d'air analysés par rapport à la diversité des bâtiments d'élevage, mais aussi des modes de calcul mis en œuvre pour tenir compte de la variabilité au cours de l'année des débits de ventilation (pour le renouvellement d'air des bâtiments), des effectifs et stades physiologiques des animaux et des écarts de concentrations entre air neuf et air vicié. Pour réduire les émissions, la mise en œuvre des changements concerne chaque année une faible proportion des élevages du pays. En conséquence, il est réaliste d'accepter pour l'instant une incertitude d'extrapolation élevée mais il serait souhaitable, pour les élevages qui décident de réduire leurs émissions, que l'incertitude sur les observations soit inférieure à la réduction d'émissions espérée.

Les calculs d'incertitude pratiqués actuellement sont adaptés aux méthodes de mesure en continu (Gates et al., 2008) mais insuffisants lorsque les méthodes nécessitent l'interpolation temporelle d'observations (méthodes intermittentes), l'extrapolation à l'ensemble d'un élevage (échantillonnage d'un lot d'animaux, concomitance d'émissions et de dépôts sur le site d'élevage) ou l'extrapolation à l'ensemble d'une catégorie d'élevages pour une période donnée. Les trois sources d'incertitudes majeures sont liées : (i) aux conditions méthodologiques (méthodes uniques et identifiées par production ; spécifications des méthodes et des choix de paramètres de calcul pour chaque type d'émission et type d'élevage) ; (ii) aux conversions en unités standard (choix des paramètres de calcul et homogénéité des unités d'expression des facteurs d'émission, par exemple par m² de bâtiment et par lot d'animaux, ou par élevage et par an) ; (iii) aux itinéraires techniques d'élevages étudiés (catégorisés et identifiés dans l'outil de collecte, conduisant avec une précision satisfaisante au calcul du bilan de masse). La principale source d'incertitude est actuellement la première. Le prélèvement d'un échantillon d'air, représentatif de l'ensemble d'un bâtiment et d'une période choisie, en vue de la mesure des concentrations immédiate ou différée, apparaît ainsi comme

une étape prioritaire à la fois pour la mise en œuvre en élevage et pour les calculs d'incertitude.

L'estimation des incertitudes de mesure selon les règles internationales (Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure ; JCGM, 2008) requiert que la méthode de mesure soit décrite dans le détail et adaptée aux valeurs à mesurer, les "mesurandes". Or le concept "émission d'un élevage" est ambigu. Le "mesurage" nécessite une méthode différente selon qu'il s'agit de l'émission horaire d'un animal isolé, de l'émission cumulée d'un lot d'animaux avec ses effluents, de l'émission annuelle d'un bâtiment donné, de l'émission annuelle d'un site de production incluant des puits de GES et d'ammoniac, de l'émission moyenne des élevages d'une même catégorie quelle que soit leur localisation en France et la période d'observation. Il n'y a pas encore d'accord international sur les procédures permettant de valider qu'une méthode proposée par un laboratoire est adaptée à un de ces concepts. En outre pour définir "l'élevage de référence" permettant de reproduire une même émission en différents lieux ou à différents moments pour évaluer une méthode de mesure ou une technique de réduction, il est nécessaire de convenir d'une "incertitude définitionnelle" qui correspond aux variables que l'on ne pourra contrôler dans le détail (animaux, effluents, climat, logement, etc.). Le CITEPA ayant convenu d'affecter à ses facteurs d'émission une incertitude de 50% (CITEPA, 2012) on peut convenir dans un premier temps que l'"erreur maximale tolérée" sur la mesure d'une émission soit inférieure à 50% lorsque l'on utilise une méthode robuste et peu coûteuse pour caractériser un élevage.

3. Les méthodes d'évaluation

3.1 *Etats des lieux (Différentes méthodes avec différents enjeux)*

Actuellement, il existe au niveau international de nombreuses méthodes de mesure des émissions de gaz (Ni et al, 2010) qui peuvent être caractérisées de différentes manières : intrusive ou non intrusive, locale ou globale, continue ou intermittente, différentes techniques de mesure des concentrations en gaz, différentes techniques de mesure du renouvellement d'air

autour des animaux. La majorité de ces méthodes reposent sur la quantification du taux de renouvellement d'air dans le bâtiment et du gradient de concentration (entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment) du gaz dont on cherche à évaluer l'émission. Elles sont généralement lourdes et coûteuses. Ne disposant ni d'une définition claire de l'émission à mesurer, ni d'un système d'élevage de référence dont on connaît a priori l'émission, ni d'une procédure de validation de la méthode, il est ambigu de parler de méthode validée. Actuellement, deux points rendent difficile voire impossible la comparaison des facteurs d'émissions publiés. Les calculs d'incertitude (selon JCGM, 2008) sont absents de la littérature ce qui rend difficile l'évaluation des différences entre valeurs. L'absence d'un "système d'élevage de référence" défini par une liste de variables induit une description partielle des systèmes d'élevage ce qui rend difficile l'analyse des différences entre valeurs observées en des lieux et dates différents.

L'hétérogénéité de l'ambiance du bâtiment d'élevage et ses caractéristiques physico-chimiques (hygrométrie, concentrations gazeuses,...) ainsi que les taux de renouvellements d'air importants expliquent la lourdeur et les coûts excessifs des méthodes décrites dans la littérature. En France, Robin et al (2010) propose une description détaillée des protocoles des méthodes appliquées sur le territoire national. Les méthodes décrites ont été pour la plupart validées par confrontation aux défauts de bilan de masse (calculés pour l'eau, le carbone, l'azote et le phosphore). Les méthodes décrites sont variées et le choix d'une méthode de mesure nécessite la prise en compte du contexte d'élevage et également de celui qui motive sa mise en œuvre. La méthode choisie doit être adaptée à l'objectif en termes de coût, de rapidité et simplicité de mise en œuvre, de précision.

Aujourd'hui, dans un contexte de développement des filières de production animale dans des réseaux internationaux, de négociations politiques en matière d'émissions de gaz à une échelle mondiale (protocole de Kyoto pour les gaz à effet de serre) ou européenne (protocole de Göteborg pour l'ammoniac), il paraît incontournable d'harmoniser les méthodes de mesures des facteurs d'émissions pour faciliter leur

comparaison et leur utilisation dans les calculs d'inventaires ou des outils d'évaluation environnementale tels que l'analyse du cycle de vie, GES'TIM ou des modèles comme MOLDAVI (Méda, 2011 b).

3.2 Méthode simplifiée

Afin d'évaluer la diversité réelle des émissions de gaz des élevages et d'identifier les systèmes qui sont déjà moins émetteurs que la moyenne de leur catégorie, des mesures dans un grand nombre d'élevages sont incontournables. C'est dans cet objectif que l'INRA et l'ITAVI ont développé en 2006 une méthode de mesure dite simplifiée (Ponchant et al., 2009). Cette méthode est une méthode locale non intrusive. Elle peut être appliquée dans des bâtiments à ventilation mécanisée mais aussi naturelle. Elle est basée sur deux hypothèses : i) la majorité du carbone volatilisé est du CO₂, ii) les émissions d'ammoniac et des gaz à effet de serre sont proportionnelles aux émissions du CO₂ lorsque les conditions d'élevage ou de stockage des effluents sont stables.

D'un point de vue technique, cette méthode est basée sur des mesures ponctuelles des concentrations en gaz dans les élevages (nombre, dates et modalités d'échantillonnage adaptés aux différents types de logement et de conduite des animaux et des effluents) et sur des données d'élevage et de référence pour le calcul du bilan de masse. L'utilisation du bilan de masse de l'élevage confère sa robustesse à la méthode et permet de s'appuyer sur des mesures déjà enregistrées à des fins économiques dans les élevages (production animale vendue, achats d'aliments et d'animaux, performances zootechniques). Cette méthode permet de mesurer l'émission d'un lot d'animaux. Pour mesurer l'émission de l'élevage en valeur annuelle, des développements et outils complémentaires sont nécessaires pour définir avec précision comment intégrer les paramètres qui caractérisent la succession des lots d'animaux et des différents stades physiologiques au sein de l'élevage.

3.3 Les classes

La classification des produits est apparue dans le domaine environnemental depuis plusieurs années pour donner un avantage compétitif aux produits permettant une baisse des impacts environnementaux. Au cours des vingt dernières

années, des méthodes standardisées ont été proposées pour classer les véhicules (émissions de CO₂ par km), les habitations (isolation thermique) ou l'électroménager (consommation électrique). Des "écotaxes" ont été mises en place sur certaines catégories de produits dont le produit est utilisé pour en réduire l'impact environnemental. Les mesures effectuées dans de nombreux élevages avicoles mais aussi bovins et porcins depuis une dizaine d'années laissent penser qu'une classification des élevages selon leurs émissions est possible. Si le travail des éleveurs dont les pratiques réduisent clairement les émissions, par rapport à une production conforme à la moyenne nationale, était significativement mieux rémunéré, on pourrait s'attendre à une accélération significative des réductions d'émissions. Or le travail des éleveurs représente une fraction marginale du prix des produits animaux payé par les consommateurs.

Les facteurs d'émissions utilisés actuellement dans les inventaires de GES et NH₃ peuvent servir de base à une première classification. Les émissions des lisiers et fumiers sont clairement différentes. Par exemple 0,1% de l'azote des lisiers et fientes et 2% de l'azote des fumiers pour l'émission directe de N₂O après excrétion (CITEPA, 2012). Compte tenu de l'incertitude de 50% choisie par le CITEPA pour les facteurs d'émission de l'élevage, on peut considérer que ces deux valeurs correspondent à deux classes différentes. Une classe intermédiaire correspondant à 0,5% de l'azote peut également être définie sur cette base. Si l'on constate que l'émission d'un élevage sur fumier est régulièrement voisine de 0,5% ou 0,1% de l'azote initial, on peut considérer que cet élevage contribue à la réduction nationale des émissions de N₂O. L'observation des rapports entre gradients de concentration en CO₂ et N₂O (ou d'un autre gaz) peut servir d'indicateur de ce changement de classe.

Pour que cette classification puisse être utilisée pour augmenter la rémunération des éleveurs, il faudrait instaurer une "contribution au progrès de l'élevage" payée par les consommateurs lors de l'achat de tous les produits animaux (par exemple 0,1 e/kg équivalent poulet) à l'exception éventuelle des circuits courts. Il conviendrait également de définir (i) dans quelles conditions cette contribution est restituée aux éleveurs qui obtiennent des

réductions d'émissions significatives, (ii) comment les réductions observées sont comptabilisées dans l'inventaire national d'émission, (iii) comment les mesures et les statistiques sont contrôlées par des organismes indépendants. Une organisation basée sur le volontariat des éleveurs, voisine de celle du "contrôle laitier", avec une harmonisation nationale des règles, pourrait être proposée par les filières à cette fin.

3.4 Les bases de données

Le GIEC propose une base de données internationale regroupant des facteurs d'émission d'ammoniac et de GES pour l'agriculture. Cependant les typologies choisies et les facteurs d'émissions disponibles ne permettent pas de prendre en compte la diversité des systèmes d'élevage qui existe en France. C'est pourquoi l'INRA et les instituts techniques animaux se sont associés pour développer une base de données accessibles aux personnes qualifiées dans le domaine de la mesure des émissions gazeuses et pouvant déboucher sur des références régionales d'émissions et de concentrations en gaz liées aux techniques d'élevage.

Cette base de données permet la saisie d'un grand nombre d'enregistrements, sur un grand nombre de critères. L'ensemble des informations (mesures gazeuses et caractéristiques de l'élevage) alimentent la base et sont utilisées afin d'effectuer les calculs ou pour analyser la variabilité des émissions (CO_2 , CH_4 , N_2O , NH_3) des différentes productions (bovines, porcines, avicoles). Cet outil de calcul devrait pouvoir déboucher à moyen terme sur des estimations par exploitation d'élevage et par an. Développée sous PostgreSQL et avec interfaces sous C++, elle est compatible avec les systèmes d'exploitation Windows et Linux (et par extension les systèmes de type UNIX). Afin de donner de la souplesse au système, notamment pour caractériser un petit nombre de bâtiments et faciliter l'appropriation de ces outils par les filières de production animale, des feuilles de calcul sous Open Office / Excel ont également été développées. Il s'agit de formaliser les résultats acquis sous forme de programmes simples à diffuser, à utiliser et à implémenter.

Enfin pour contourner les difficultés de l'installation de l'application sur un grand nombre d'ordinateurs (serveur PostgreSQL, bibliothèque graphique des applications), et pour pouvoir maîtriser le coût et les besoins de développement liés à l'évolution des systèmes d'exploitation et des logiciels installés sur les PC des utilisateurs potentiels, il a été décidé de développer une clé USB bootable, comprenant un système d'exploitation et l'ensemble des applications. Les logiciels et langages développés sous licence « logiciel libre » ont été privilégiés afin de faciliter la diffusion des applications vers des utilisateurs variés dans un environnement multilingue.

Conclusion

Les émissions d' NH_3 et de GES par les élevages français font l'objet d'enjeux internationaux qui s'inscrivent dans une perspective de réduction quelle que soit l'évolution des cheptels. L'inventaire national est réalisé conformément aux procédures de calcul recommandées par ces accords. Cependant si la standardisation des méthodes pour la réalisation des inventaires nationaux est bien avancée, il n'en est pas de même pour les mesures en élevage. Cette situation est à l'origine d'incertitudes élevées quant aux émissions d'un élevage donné et rend difficile la prise en compte des progrès réalisés par une partie des élevages avicoles.

Depuis plusieurs années l'ITAVI, avec l'INRA et d'autres Instituts Techniques, a mis au point des méthodes et bases de données permettant d'envisager la mesure dans un grand nombre d'élevages. Ces mesures sont l'occasion de mettre en place un système de rémunération accrue du travail des éleveurs, basé sur le volontariat, lorsque leurs pratiques conduisent à une diminution significative des émissions gazeuses. Un tel dispositif serait probablement de nature à faciliter les mesures en élevage et à accélérer les progrès en matière de réduction des émissions. Ceci conduirait à une nette amélioration de la représentativité des inventaires d'émission et faciliterait leur actualisation annuelle.

Références

Chambres d'agriculture de Bretagne et des Pays de la Loire, Ifip, Inra. 2012. Elever des porcs sur litière - Comprendre les fonctionnements, améliorer les résultats. ISBN 978-2-85969-218-6. 60 p. disponible en téléchargement sur les sites des Instituts et Chambres

CITEPA, 2012. OMINEA : Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France ; 9^{ème} édition. 1242p.

Dennerly G., Dezat E., Rousset N., 2012. Vers une gestion efficace des litières, de l'approvisionnement aux techniques d'élevage avicole. septembre 2012, 48 p. ISBN 978-2-85969-219-3. disponible en téléchargement sur les sites des Instituts et Chambres

GIEC, 2006. Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux. Chapitre 6 : quantification des incertitudes en pratique. pp. 6.1-6.36.

Gates, R.S., K.D. Casey, H. Xin, R.T. Burns, H. Li. 2008. Uncertainty Analysis in Animal Building Aerial Emissions Measurements. Proceedings of the Eighth International Livestock Environment Symposium, Iguassu Falls, Brazil. p. 223-228.

JCGM, 2008. Évaluation des données de mesure — Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure. Working Group 1 of the Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM/WG 1). 132p.

Meda B., Hassouna M., Aubert C., Robin P., Dourmad J.-Y., 2011 a. Influence of rearing conditions and manure management practices on ammonia and greenhouse gas emissions from poultry houses. World's Poultry Science Journal 67, 441-456.

Meda B.; Robin P.; Aubert C.; Rigolot C.; Dourmad J.-Y.; Hassouna M.; 2011 b. MOLDAVI : Un modèle pour simuler les flux d'éléments et d'énergie des ateliers de production de volailles de chair avec ou sans parcours. 9^{èmes} Journées de la Recherche Avicole, 29-30 Mars 2011, Tours.

De Perthuis C., Buba J., Million A., Scapecchi P., Tessier O., Martinez E., Auverlot D. 2011. Trajectoires 2020 - 2050 - vers une économie sobre en carbone. Mission pour le Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement. 331p. Octobre 2011

Ponchant P., M. Hassouna, A. Ehrlacher, C. Aubert, G. Amand, C. Leleu, P. Robin, 2008. Application et validation d'une méthode de mesures simplifiées des émissions gazeuses dans les bâtiments d'élevage à ventilation naturelle. Tema techniques et Marchés Avicoles, 6, 4-10.

Robin et al. 2010. Procédures de référence pour la mesure des émissions de polluants gazeux des bâtiments d'élevage et stockages d'effluents d'élevage. Rapport final. Projet ADEME n° 06 74 C0018. 514 p.