

Evaluation des pratiques d'abattement des émissions d'ammoniac au champ grâce à l'outil CADASTRE_NH₃

Auteurs principaux : S. Générumont, K. Dufossé, J.-M. Gilliot
(UMR EcoSys INRA AgroParisTech)

Auteurs associés : M.M.J. Ramanantenasoa, O. Maury, C. Mignolet (INRA) ; F. Meleux, F. Couvidat (INERIS), A. Durand, E. Mathias (CITEPA), S. Agasse (APCA), R. Trochard (Arvalis), S. Crunaire (IMT Mines Douai), G. Dufour, A. Fortems-Cheiney (LISA)

En France, l'agriculture est responsable de 94 % des émissions d'ammoniac (NH₃) dont plus de la moitié est due à la fertilisation azotée. L'ammoniac atmosphérique contribue à la dégradation de la qualité de l'air en tant que précurseur de particules fines, et, après dépôt, à l'acidification des sols, l'eutrophisation et la baisse de biodiversité des écosystèmes semi-naturels. Les réglementations internationales imposent des réductions des émissions à l'horizon 2020 (4%) puis 2030 (13%).

Une meilleure appréhension de l'efficacité des méthodes de réduction à implémenter passe par une meilleure représentation non seulement des émissions mais aussi de leur variabilité spatiale et temporelle. Aucun outil ne permettait jusqu'à présent une telle représentation, c'est pourquoi nous avons élaboré l'outil CADASTRE_NH₃ (convention ADEME n°1081C0031).

L'outil CADASTRE_NH₃ repose sur l'utilisation combinée de deux types de ressources : (i) le modèle mécaniste de prédiction de la volatilisation d'ammoniac au champ au pas de temps horaire, Volt'Air, et (ii) les bases de données géo-référencées à l'échelle des Petites Régions Agricoles (PRA) pour les propriétés des sols (European Soil Data Base, FAO), les conditions météorologiques à un pas de temps horaire (modèle SAFRAN, MétéoFrance) et les informations sur la fertilisation azotée : dates, doses, formes, méthodes d'apport et d'abattement, établies sur la base d'une analyse adaptée des données d'enquêtes du Ministère de l'Agriculture (Service de la Statistique et de la Prospective, AGRESTE), complétés par les statistiques sur les livraisons d'engrais commerciaux. Le modèle Volt'Air est exécuté sur toutes les combinaisons de données d'entrée représentatives de chacune des PRA : plus de 160 000 combinaisons sont produites pour l'ensemble de la France. Les émissions d'ammoniac sont obtenues pour chaque PRA à un pas de temps horaire, et peuvent être agrégées ou désagrégées selon les besoins : spatialement, d'une maille de quelques kilomètres carrés à la France entière en passant par les départements et les régions ; temporellement, de l'heure à l'année culturale.

Cet outil a servi de cadre à la production d'inventaires dynamiques spatialisés d'émissions d'ammoniac pour les années culturales enquêtées 2005-06 et 2010-11, le traitement de l'année 2016-17 est en cours. La comparaison avec les données du CITEPA, organisme en charge des inventaires nationaux français, montre une bonne concordance tant pour les quantités d'azote apportées au champ que pour les quantités d'ammoniac volatilisées.

Par ailleurs, les simulations obtenues avec Volt'Air sur les jeux de données de CADASTRE_NH₃ donnent des taux d'émission très cohérents avec les facteurs d'émission recommandés pour les inventaires par la Commission Européenne. L'outil a l'avantage de refléter la gamme des variations au sein et entre les différentes régions françaises.

L'outil CADASTRE_NH₃ est utilisé comme base pour produire des fonctions simplifiées de volatilisation d'ammoniac par méta-modélisation à partir du modèle Volt'Air sur les jeux de

données élaborés. Ces fonctions ont vocation à alimenter tout un panel d'outils que ce soit pour la réalisation d'inventaires nationaux d'émissions d'ammoniac de niveau 3, l'aide au raisonnement de la fertilisation azotée, l'évaluation environnementale, la prévision de la qualité de l'air... En particulier, des facteurs d'émission spécifiques à la France sont produits pour répondre aux objectifs des projets EVAPRO (convention ADEME n°1560C0036, 2015-2019) et EVAMIN (convention ADEME n° 1660C0012, 2016-2019).

Les sorties de l'outil sont compatibles avec les entrées des modèles de Chimie Transport CHIMERE (INERIS et LISA) et MOCAGE (MétéoFrance). L'utilisation de CADASTRE_NH₃ valide l'hypothèse qu'une représentation plus proche de la réalité de la variabilité à la fois spatiale et temporelle des émissions d'ammoniac contribue à l'amélioration des outils opérationnels de prédiction de la qualité de l'air en France (Prev'Air). Cette amélioration est démontrée dans le projet PRIMEQUAL Amp'Air (convention ADEME n° 1660C0013, 2016-2020).

Elle est mise à profit pour évaluer, grâce à la mobilisation de l'outil CADASTRE_NH₃, l'impact de la modulation des pratiques de fertilisation (injection, apport en bande, incorporation post-application, substitution d'engrais à fort potentiel de volatilisation, fractionnement des apports, décalage des apports dans le temps...) sur les émissions d'ammoniac et en conséquence sur la qualité de l'air aussi bien de fond en France que sur l'évitement des pics de pollution observés au printemps dans certaines régions. Cette évaluation est menée sur la base de l'année culturale 2010-2011 dans le projet PRIMEQUAL PolQA (convention ADEME n° 11001061, 2016-2019), en déclinant plusieurs scénarios plus ou moins ambitieux de mise en œuvre de pratiques d'abattement.



Sophie Générmont est chercheuse à l'INRA, UMR EcoSys. Ingénieure Agronome diplômée de l'ENSA Rennes, elle s'intéresse, depuis ses travaux de thèse en physico-chimie de l'atmosphère (Université Paul Sabatier, Toulouse) à la volatilisation d'ammoniac au champ. Elle développe des outils à vocation de transfert tant du point de vue de la mesure que de la modélisation, à des échelles locales et régionales. Elle anime par ailleurs le thème structurant « Gérer, produire et recycler des biomasses à des fins multiples » de l'UMR EcoSys



Karine Dufossé a travaillé sur cet outil en tant que chercheuse INRA-AgroParisTech, UMR EcoSys. Elle est diplômée de l'INSA Rouen (ingénieure généraliste) et Cranfield University-UK (Land and Natural Resources Management MSc) et a réalisé un doctorat à l'UMR Ecosys utilisant les outils de modélisation mathématique et de spatialisation (GIS). Karine est actuellement enseignante-chercheuse à UniLaSalle Rennes – EME, attachée au sujet de l'évaluation environnementale.



Jean-Marc Gilliot est enseignant-chercheur à AgroParisTech, UMR EcoSys, spécialiste en Analyse spatiale, Télédétection et Géomatique. Après une thèse en analyse d'image de Télédétection à l'Université Paris V avec l'IGN, il s'est spécialisé dans le traitement des données spatialisées en Agriculture de précision. Ses travaux récents portent sur la télédétection par drone à l'échelle de la parcelle agricole et la modélisation spatialisée des émissions d'ammoniac à l'échelle nationale.