

## Volatilisation ammoniacale suite à l'épandage d'engrais minéraux : leviers d'atténuation et prévision du risque

Auteurs : B. Soenen (Arvalis), C. Le Roux (LDAR), S. Générmont (INRA – UMR Ecosys)  
C. Wintz (LDAR), F. Obriot (LDAR), V. Parnaudeau (INRA – UMR SAS), P. Voylokov et B Loubet (INRA – UMR Ecosys)

Contributeurs : ITB, UNIFA, Terres Inovia, INRA – UMR SAS, ADEME

Des impératifs à la fois agronomiques et de réduction des impacts environnementaux conduisent à prendre en compte les émissions d'azote ammoniacal dans l'atmosphère suite à des apports de produits organiques ou minéraux. La volatilisation ammoniacale est une cause majeure de perte d'azote lors des apports sur les cultures. La recherche de la maximisation de l'efficacité des apports d'azote sous la pression du contexte économique implique de mettre au point et d'employer les techniques agronomiques adaptées. En second lieu, l'ammoniac est un précurseur de particules atmosphériques néfastes pour la santé humaine. Pour cette raison, les niveaux d'émissions en France sont réglementés (directive NEC). 98% des émissions d'ammoniac étant attribuables à l'agriculture, le respect des objectifs en matière de qualité de l'air implique le développement de mesures efficaces de réduction des émissions agricoles, notamment au champ.

C'est dans ce contexte que le projet de recherche EVAMIN (Evaluation des pertes d'azote par Volatilisation Ammoniacale suite à l'épandage d'engrais MINéraux), a été financé par l'ADEME (programme PRIMEQUAL), afin d'instruire les questions de recherche suivantes :

- Evaluer les leviers d'atténuation des pertes par volatilisation ammoniacale suite à l'épandage d'engrais minéraux sur grandes cultures ;
- Evaluer le modèle de volatilisation ammoniacale des outils AzoFert®, Syst'N et Volt'Air, et de la grille d'évaluation du risque COMIFER / RMT Fertilisation et Environnement ;
- Proposer des facteurs d'émissions d'ammoniac spécifiques des conditions françaises pour l'apport d'engrais minéraux au champ.

L'évaluation des leviers d'atténuation a reposé sur une synthèse d'essais au champ (14 essais entre 2016 et 2018), dans lesquels la volatilisation ammoniacale a été suivie selon la méthode mise au point dans le projet CASDAR VOLAT'NH<sub>3</sub>. Plusieurs leviers ont ainsi été évalués dans des contextes pédoclimatiques variés sur céréales à paille, maïs, colza et betterave. Le choix de la forme, les inhibiteurs d'uréase en addition à l'urée ou à la solution azotée et l'enfouissement de l'engrais ont ainsi montré leur efficacité pour réduire le risque de perte par volatilisation ammoniacale. Ces expérimentations au champ ont également permis de mettre en évidence la forte variabilité des émissions en fonction du contexte pédoclimatique. La modélisation de ce flux est donc une étape importante pour pouvoir estimer les pertes de façon robuste, afin de pouvoir conseiller la mise en œuvre de levier d'atténuation le cas échéant.

Grâce aux données expérimentales collectées dans le cadre du projet EVAMIN mais aussi celles du projet EVAPRO (projet ADEME Cortea mené en parallèle avec des expérimentations sur des produits résiduels organiques), les situations ont été simulées avec les outils AzoFert®, Syst'N et la grille d'évaluation du risque du COMIFER/RMT Fertilisation en Environnement. Ces différents outils ont des objectifs variés comme l'évaluation des pertes

vers l'environnement (Syst'N) ou l'optimisation des apports azotés (AzoFert®, grille d'évaluation). Les 1<sup>ers</sup> résultats permettent de comparer les résultats des simulations aux mesures et d'identifier les facteurs d'écart entre prédiction et mesure. Un 1<sup>er</sup> résultat montre que les outils sous-estiment la volatilisation issue des produits organiques qui contiennent des acides uréïques, ceux-ci n'étant pas une forme de N prise en compte dans les modèles. Un 2<sup>e</sup> résultat montre que les pratiques d'enfouissement qui limitent la volatilisation sont bien restituées par les outils.

Les jeux de données de l'outil CADASTRE\_NH<sub>3</sub>, outil présenté par ailleurs au cours de ces journées, ont été mobilisés pour produire des facteurs d'émission spécifiques à la France, i.e., de niveau 2 voire 3. Ces facteurs d'émission ont ainsi été élaborés grâce à l'utilisation combinée : (i) du modèle mécaniste de prédiction de la volatilisation d'ammoniac au champ, Volt'Air, et (ii) de bases de données dynamiques et géo-référencées à l'échelle des Petites Régions Agricoles pour les propriétés des sols (European Soil Data Base, FAO), les conditions météorologiques (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.



**Baptiste SOENEN** (Arvalis - Institut du Végétal) / [b.soenen@arvalis.fr](mailto:b.soenen@arvalis.fr)

Chef du service Agronomie Economie Environnement

Ingénieur agronome à Arvalis - Institut du Végétal depuis 2010, après avoir été diplômé de Bordeaux Sciences Agro. Agronome spécialisé en fertilisation et gestion quantitative de l'eau, avant de prendre la responsabilité du pôle Agronomie de l'institut puis aujourd'hui du service Agronomie Economie Environnement.



**Sophie GENERMONT** est chercheure 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 à l'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.



**Caroline LE ROUX** (Laboratoire Départemental d'Analyses et de Recherche de l'Aisne – LDAR) / [cleroux@aisne.fr](mailto:cleroux@aisne.fr)

Responsable adjoint département Innovation et Transfert Agronomiques

Agronome au LDAR depuis 2006. Spécialisée sur la fertilisation et le développement de l'OAD AzoFert® et Responsable technique de l'unité Etudes du laboratoire.