

## VOLATILISATION AMMONIACALE

## L'ÉTUDIÉ

## pour mieux la limiter

**Le projet EVAMIN vise à mesurer et modéliser les pertes d'azote par volatilisation de l'ammoniac après épandage d'engrais minéral pour divers types de sols et de grandes cultures. L'objectif est de maximiser l'efficacité des engrais en minimisant leur impact sur la qualité de l'air.**

La perte d'azote due à la volatilisation de l'ammoniac dans l'air après l'épandage d'engrais minéraux (*encadré*) est à l'origine d'une moindre performance des engrais et d'une dégradation de la qualité de l'air. Piloté par ARVALIS-Institut du végétal, financé par l'ADEME (appel à projet PRIMEQUAL) et regroupant de nombreux partenaires (Inra-UMR, ECOSYS et SAS, UNIFA, LDAR, Terres Inovia et ITB), le projet EVAMIN (Évaluation des pertes d'azote par Volatilisation Ammoniacale suite à l'épandage d'engrais MINéraux) s'inscrit dans un vaste programme de projets coordonnés visant à diminuer les émissions d'ammoniac dans l'air en France. Le projet, qui sera conduit sur trois ans à partir de 2016, poursuit un triple objectif : acquérir des données expérimentales de références sur ces émissions, affiner et évaluer des outils logiciels pour les modéliser et, enfin, proposer des solutions pour les réduire. Le projet contribuera également à mettre à jour les facteurs d'émissions d'ammoniac utilisés dans les inventaires nationaux.

### Limiter les émissions

L'agriculture est l'activité qui contribue à hauteur de 98 % des émissions totales d'ammoniac en France, dont 32 % sont attribuables aux apports d'engrais minéraux selon l'inventaire du CITEPA 2015 (1).

Les pertes d'azote par volatilisation ammoniacale sont à l'origine de la plus grande part des pertes d'efficacité des engrais minéraux. La tendance à la hausse des cours des engrais rend plus que jamais

« **Le projet généralisera** les références acquises au champ et émettra des préconisations tenant compte du risque agro-climatique de volatilisation. »

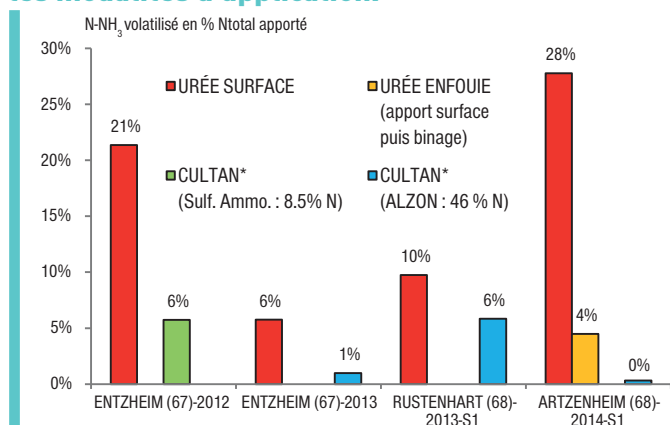
nécessaire l'optimisation de leur utilisation dans un contexte où les exploitations agricoles sont déjà confrontées aux incertitudes de valorisation économique de leurs productions. Rendre les exploitations moins dépendantes des engrais de synthèse passe en particulier par une plus grande efficacité des intrants



La volatilisation de l'ammoniac est influencée notamment par les conditions climatiques au moment de l'épandage.

© E. Jouanneau - ARVALIS-Institut du végétal

**APPORTS AZOTÉS : la volatilisation varie selon les modalités d'application.**



\* : technique CULTAN (dépôt d'engrais à 18 cm de profondeur un inter-rang sur deux)

**Figure 1 : Quantité d'azote ammoniacal volatilisé (en % de l'azote total apporté) après un apport d'engrais azoté sur maïs selon trois techniques d'application.** Projet INTERREG INDEE. Méthode VOLAT'NH3, modèle gradient V2\_2.

minéraux azotés et donc par une baisse significative des pertes dues à la volatilisation ammoniacale. Les émissions d'azote ammoniacal dans l'atmosphère ont, par ailleurs, plusieurs conséquences environnementales. En tant que précurseur de particules, elles dégradent la qualité de l'air et entraînent des effets néfastes sur la santé humaine. Leur transport à plus ou moins longue distance puis le dépôt de l'ammoniac émis enrichissent les milieux naturels en azote réactif, contribuant à plusieurs impacts environnementaux. Enfin, ces dépôts d'ammoniac contribuent aussi aux émissions de gaz à effet de serre, via leur impact indirect sur les émissions de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). L'évaluation des flux d'émission d'ammoniac et le déploiement de pratiques agricoles permettant de

les limiter constituent donc aussi des objectifs environnementaux majeurs.

En raison de l'impact des émissions d'ammoniac sur la qualité de l'air, plusieurs réglementations ont été mises en place afin de les réduire. Le plafond fixé par le protocole de Göteborg et la directive européenne NEC pour la France en 2020 est de 685 kt NH<sub>3</sub>/an. Les discussions en cours au niveau européen ambitionnent de réduire ce plafond de 30 % en 2030. De plus, la mise en place de réglementations nationales en lien avec la qualité de l'air pourrait renforcer les contraintes sur les épandages d'engrais minéraux – et donc sur leur gestion au sein des exploitations agricoles.

**Comblant un manque de références**

Le premier objectif du projet est d'acquiescer davantage de données expérimentales de référence, et en premier lieu, sur la sensibilité à la volatilisation des différentes formes d'engrais azotés (notamment des nouvelles formulations proposées sur le marché) pour les principales grandes cultures consommatrices de ces intrants – céréales à paille, maïs, colza et betterave sucrière. Il faut aussi approfondir l'explicitation du lien entre la volatilisation et l'efficacité agronomique de l'azote des engrais pour orienter convenablement l'adaptation des itinéraires techniques, et déterminer les leviers d'atténuation disponibles, comme l'enfouissement des engrais. Des résultats sont déjà disponibles pour chacune de ces thématiques (figure 1) mais sont généralement peu nombreux et pas suffisamment représentatifs des différents contextes de production de l'Hexagone (2).

Jusqu'à il y a quelques années, les méthodes expérimentales disponibles (les tunnels de ventilation, qui peuvent surestimer les flux d'émissions gazeuses, les méthodes micro-météorologiques,

**Des résultats expérimentaux sont déjà disponibles mais peu nombreux, et pas assez représentatifs des différents contextes de production de l'Hexagone.**



© N. Combes - ARVALIS - Institut du végétal



Les émissions d'ammoniac au champ sont mesurées par des capteurs situés à des hauteurs variables – ici, sur un mât de 3 m afin de capter le « bruit de fond ».

peu adaptées à des mesures sur de petites surfaces, et les bilans de masse d'azote marqué) ne permettaient pas de déployer de larges réseaux expérimentaux. Pour lever ce frein méthodologique, une nouvelle méthode de mesure va être employée. Élaborée par plusieurs partenaires dans un précédent projet (3), elle se base sur l'utilisation de capteurs passifs d'ammoniac et est couplée à une approche de modélisation de flux.

### Trois ans de mesures

Le projet EVAMIN pilotera donc un réseau d'une vingtaine d'expérimentations au champ. Conduits sur trois ans, entre 2016 et 2018, les essais représenteront des risques contrastés de volatilisation ammoniacale vis-à-vis du type de sol – soit à dominante limoneuse (risque faible), soit à dominante argilo-calcaire (risque élevé). Sur des parcelles élémentaires de 400 m<sup>2</sup> minimum, les capteurs passifs placés à différentes hauteurs mesureront les teneurs en ammoniac dans l'air pendant 20 jours au plus après l'épandage. Chaque site d'essai sera équipé d'un poste relevant le sens et la direction du vent ; les autres paramètres météorologiques seront acquis auprès des stations météo les plus proches. Des mesures agronomiques évalueront l'état du sol et des cultures au moment puis après l'épandage.

### Le recours à des modèles

Pour généraliser les références expérimentales acquises au champ et émettre des préconisations prenant en compte le risque agro-climatique de volatilisation ammoniacale, le projet s'appuiera aussi sur le modèle Volt'Air, développé par

l'Inra-ECOSYS. Comme il n'est pas envisageable de multiplier les mesures pour couvrir toutes les configurations possibles croisant conditions pédoclimatiques, produits épandus et pratiques agricoles, Volt'Air produira des jeux de données virtuels calés sur les résultats d'essais au champ, notamment ceux réalisés dans le cadre du projet. Le projet EVAMIN s'attachera aussi à évaluer et, le cas échéant, améliorer le paramétrage de trois autres outils de simulation destinés à une utilisation par les techniciens et les agriculteurs sur le terrain. Le modèle AzoFert® est un outil d'aide à la décision de la fertilisation azotée conçu par l'Inra en partenariat avec le Laboratoire Départemental d'Analyses et de Recherche du Conseil général de l'Aisne (LDAR) et l'Institut technique de la Betterave (ITB). À partir des données représentatives d'une parcelle, il détermine une dose d'azote minéral conseillée pour 40 cultures différentes. Le modèle Syst'N, conçu dans le cadre du Réseau Mixte Technologique Fertilisation & Environnement, établit un diagnostic des pertes d'azote sous forme de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, de NH<sub>3</sub> et de N<sub>2</sub>O à l'échelle d'une parcelle et sur une succession de cultures. Enfin la grille « Majoration de dose en raison de la volatilisation ammoniacale », du COMIFER/RMT Fertilisation & Environnement, estime les majorations de doses d'engrais nécessaires pour qu'une fertilisation à base d'urée ou de solution azotée assure une efficacité équivalente à celle d'une fertilisation à base d'ammonitrate.

(1) Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique.

(2) Voir *Perspectives Agricoles* n° 411, p. 26 : « Volatilisation ammoniacale suite à l'apport d'engrais minéraux » et n° 421, p. 33 « Fertilisation azotée sur maïs : l'enfouissement réduit la volatilisation ».

(3) Voir *Perspectives Agricoles* n° 410, p. 56 : « Émissions d'ammoniac : une nouvelle méthode de mesure au champ ».

Jean-Pierre Cohan - jp.cohan@arvalisintitutduvegetal.fr  
ARVALIS - Institut du végétal

## Le processus d'émission ammoniacale

La volatilisation de l'ammoniac au champ est le passage de l'ion ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) en phase gazeuse sous forme d'ammoniac (NH<sub>3</sub>), suite à l'apport de produits azotés contenant l'ion ammonium, ou son précurseur, l'urée. Cette volatilisation dépend des caractéristiques du produit épandu (en particulier de sa teneur en azote ammoniacal et de sa nature physique, liquide ou solide), des caractéristiques du sol (pH, humidité de surface, texture), des conditions climatiques (vent, température, humidité de l'air, pluie, rayonnement) au moment de l'épandage et dans les heures/jours qui suivent, et des pratiques agricoles mises en œuvre (épandage en surface, injection ou incorporation, doses, présence ou non d'un couvert végétal et son niveau de croissance, ajouts d'additifs).

# 32

% des émissions d'ammoniac par l'agriculture sont dues à l'épandage d'engrais minéraux.