

EVAPRO (2015-2018)

Evaluation des pertes d'azote par la Volatilisation Ammoniacale suite à l'épandage de Produits Résiduaire Organiques

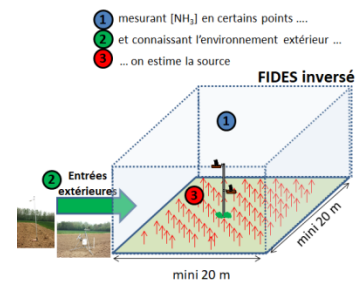
Ammoniac
Volatilisation
PRO
Epandage
Réseau expérimental

Le projet « EVAPRO » a permis de valider la méthode Volat'NH₃ sur les produits organiques, d'acquérir des références inédites en France et parfois au niveau international et a contribué à produire des jeux de données issus d'une utilisation novatrice du modèle Volt'Air pour alimenter les travaux sur les facteurs d'émissions de Produits Résiduaire Organiques



Problématique

Le Projet EVAPRO vise à améliorer et évaluer les méthodes expérimentales de mesure de volatilisation d'azote ammoniacal. De telles acquisitions de connaissances sont particulièrement importantes pour permettre de mieux connaître le comportement de Produits Résiduaire Organiques peu ou pas connus afin de mieux les prendre en compte dans les calculs des Facteurs d'Emission au niveau national et surtout de mieux conseiller leurs utilisations.



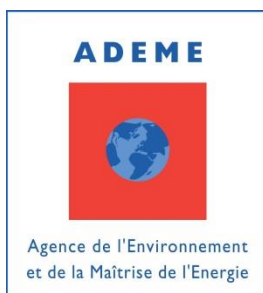
Contribution du projet au programme du RMT Fertilisation & Environnement

Ce projet soutenu par le RMT Fertilisation & Environnement vise à améliorer l'évaluation et l'atténuation des émissions d'ammoniac au champ incluant toutes les sources d'azote.

Il se place dans la continuité méthodologique du projet CASDAR VOLAT'NH₃, complémentaire à de nombreux projets tels qu'EVAMIN, VADIMETHAN, VADIM, DIVA, EMITEC, DIVAGRO, PROLAB, EFAC RACLAGE EN V.

Il permet d'alimenter la base de données expérimentales de l'outil Syst'N et la mise à jour de son module de volatilisation.

Projet soutenu financièrement par :



Partenaires du projet

Pilote du projet :
ARVALIS-Institut du végétal



Autres partenaires :



Méthode

Evaluation de la méthode Volat'NH₃

La méthode de mesure de la volatilisation au champ a été construite au cours du CASDAR Volat'NH₃, complétée et validée dans le cadre du projet EVAPRO. Cette méthode met en œuvre deux modes de calcul des flux :

- 1- Par gradients : Les résultats issus de ce mode de calcul permettent de classer les produits ou modes d'apports expérimentés entre eux mais n'est pas assez précise pour quantifier les pertes d'azote par volatilisation.
- 2- Par l'inversion du modèle FIDES : Le modèle FIDES (INRA EcoSys), en utilisation en mode direct, c'est-à-dire quand on connaît la source d'émission, permet de calculer des concentrations en ammoniac en tout point de l'air au-dessus de la zone d'émission. Pour l'estimation de la source, on inverse le modèle FIDES : en mesurant les concentrations en ammoniac en différents points de l'air avec les badges alpha, en connaissant l'environnement extérieur, en inversant le modèle FIDES on estime la source.

Le projet EVAPRO a permis de finaliser la mise au point de la méthode de mesure des flux d'émission d'ammoniac par la méthode FIDES inversé et de valider cette méthode. Pour cela, le principe choisi a été de construire une source d'ammoniac contrôlée sur une surface représentative de la taille des parcelles d'expérimentation (20 m x 20 m), de mesurer les concentrations au-dessus de cette source et de retrouver les termes sources par la méthode de modélisation inverse.

Dans notre cas nous avons construit un dispositif d'émission en PVC. Ce dispositif en peigne permet d'émettre des quantités d'NH₃ connues. Il a été positionné sur un gazon tondu pour une période de 2 semaines. Le flux généré a été équivalent en ordre de grandeur à une fourchette haute des émissions d'ammoniac par les produits organiques, typique des émissions lors d'un épandage de lisiers sans injection soit environ 18 kg N/j/ha.

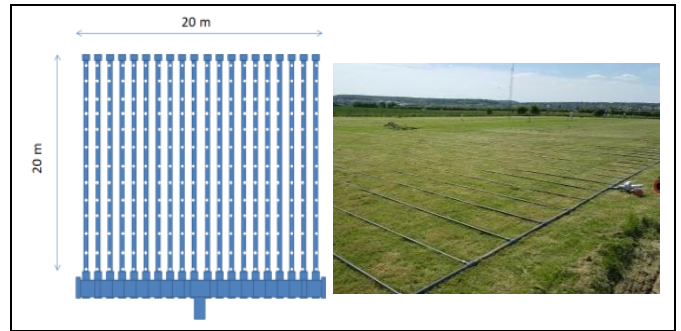


Figure 2 : Schéma et photo du peigne d'émission

Acquisition de données au champ sur produits pas ou peu référencés

Le choix a été fait dans le projet EVAPRO d'acquérir des données de volatilisation d'ammoniac sur des produits organiques nouveaux ou peu renseignés dans la bibliographie : digestats de lisiers, lisiers de canard, de bovins, de porcs, phases liquides et solides de raclage en V de bâtiments porcs, des fientes et fumiers de volailles, fumier et compost de fumier de bovins. Cet ensemble d'essais, répartis sur 2 années d'expérimentation (2016 et 2017), a permis d'acquérir des données de volatilisation d'ammoniac sur 31 modalités d'épandage.

Les épandages des PRO se font sans enfouissement. L'ensemble des données de caractérisation des PRO, du sol et du climat au cours du suivi sont recueillies. Les calculs des pertes par volatilisation d'ammoniac sont réalisés sur toutes les modalités avec la méthode des gradients et complétés par les calculs FIDES inversé. Le suivi dure 6 jours pour les produits liquides et 21 jours pour les produits solides.

Alimenter les travaux sur les facteurs d'émission de Produits Résiduaire Organiques issus du modèle Volt'Air

Conjointement aux travaux réalisés dans les projets EVAMIN et POLQA, EVAPRO a participé à l'analyse des enquêtes pratiques culturales 2010-11 pour faire tourner le modèle Volt'Air avec différents scénarios de mise en œuvre des techniques d'abattement de la volatilisation ammoniacale. Pour 8 classes de PRO, des facteurs d'émission ont été calculés par Petite Région Agricole. Les données acquises par expérimentation dans EVAPRO (analyses de produits et cinétique de volatilisation) ont alimenté le modèle Volt'Air mis en œuvre à l'échelle nationale dans l'outil CADASTRE_NH₃.

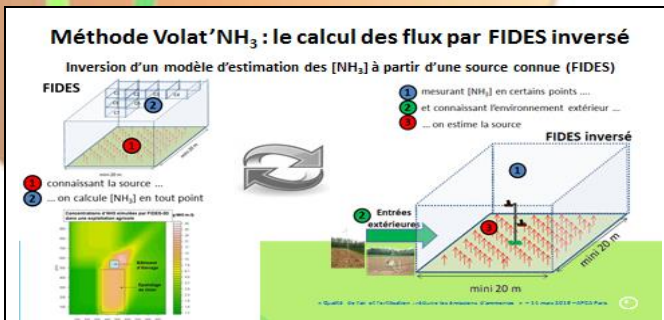


Figure 1 : Schéma de la méthode mise en œuvre des calculs de flux par FIDES inversé

Evaluation de la méthode Volat'NH₃

Pour valider le modèle FIDES inversé mis en œuvre dans la méthode Volat'NH₃, deux évaluations ont été conduites :

1-Evaluation théorique : utilisation de FIDES en mode direct pour simuler des [NH₃] à pas de temps mi-horaire à partir d'un flux connu, puis utilisation de la méthode FIDES inversé sur des [NH₃] moyennées sur plusieurs heures pour ré-estimer ces flux.

2-Évaluation au champ de la méthode : Dans un premier temps, le dispositif du peigne d'émission a été testé afin de vérifier l'homogénéité d'émission à chacun des orifices du peigne. Le test a montré que le coefficient de variation des débits entre les orifices du peigne est faible. L'outil est donc utilisable pour le test à effectuer.

Puis, les calculs des émissions estimés par FIDES inversé ont été comparés avec les émissions théoriques de la source connue. Les résultats présentés sur la figure 3 montrent des estimations dont la dynamique est bien retranscrite mais avec un retard de 20 minutes. Un biais est mis en évidence avec le modèle FIDES inversé qui surestime en moyenne de 50 % les émissions. Ce biais est en cours d'investigation pour identifier s'il vient du dispositif expérimental ou si c'est un biais du modèle à corriger.

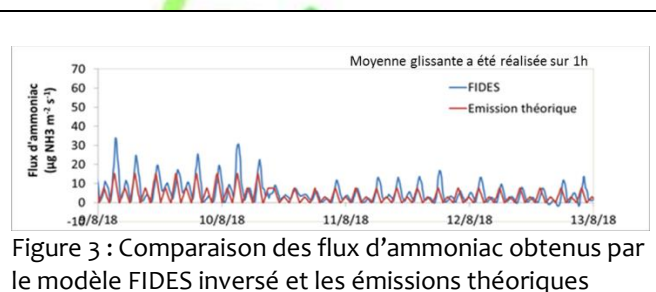


Figure 3 : Comparaison des flux d'ammoniac obtenus par le modèle FIDES inversé et les émissions théoriques

Acquisition de données au champ sur produits pas ou peu référencés

La volatilisation d'azote sous forme ammoniacale, après épandage, a été calculée heure par heure avec le modèle FIDES inversé sur la durée du suivi au champ propre à chaque expérimentation.

Toutes les cinétiques de volatilisation obtenues avec FIDES inversé ont été tracées (figure 4), les pertes d'azote par volatilisation ammoniacale allant de 0,3 à 85,2 kg d'N/ha. Deux situations se distinguent :

1- Les cinétiques mettent en évidence une volatilisation qui a lieu dans les premières heures du suivi, beaucoup plus rapide que les cinétiques connues pour les engrais minéraux. Les PRO liquides ont 60 à 80 % de leur volatilisation qui se fait en 24 heures. Les produits solides montrent une plus grande disparité

avec une volatilisation comprise entre 30 et 90 % dans les premières 24 heures.

2- Les épandages de fumier de poulet de chair et de fientes sèches, pour lesquels on n'observe pas le pic de volatilisation dans les premières heures du suivi, et pour lesquels la volatilisation se prolonge jusqu'à 20 jours après l'épandage. L'hypothèse, non vérifiée dans le cadre de ce projet, est que les produits contiennent de l'azote uréique qui s'hydrolyse et se transforme en azote ammoniacal après le jour 5, alimentant ainsi la volatilisation.

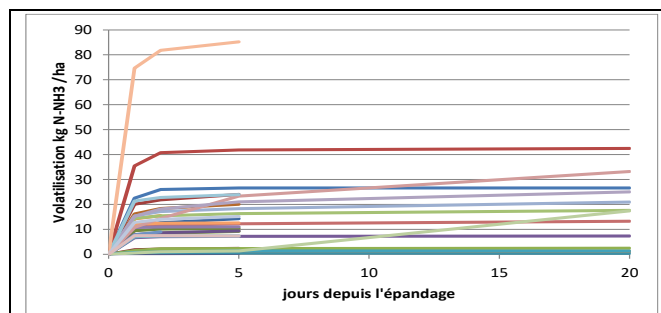


Figure 4 : Ensemble des cinétiques de volatilisation d'N ammoniacal cumulé sur les essais EVAPRO 2016-2017

La comparaison des pertes des différents produits entre eux montrent une forte dépendance aux conditions d'épandage (climat) et à la composition du produit (% NH₄, N-uréique...).

Ces données sont ponctuelles mais, associées aux différents paramètres descriptifs des expérimentations conduites, ainsi qu'à d'autres résultats accumulés à l'occasion d'autres projets (Volat'NH₃, Epand'air, Valhuon...), elles participeront à l'élaboration de modèles simplifiés de la volatilisation utilisables dans des OAD. Ces modèles simplifiés mais aussi des modèles plus complexes tels que Volt'Air, paramétrés ou validés par ces données, permettront de créer des références utilisables pour estimer les pertes à différentes échelles (territoires, temps) afin d'aider agriculteurs et décideurs dans leurs choix.

Alimenter les travaux sur les facteurs d'émissions de Produits Résiduaire Organiques issus du modèle Volt'Air

L'utilisation de l'outil CADASTRE_NH₃ offre une alternative prometteuse aux approches de niveaux 1 ou 2 pour réaliser des inventaires d'émissions de NH₃ à l'échelle régionale et nationale. Elle permet de générer des facteurs d'émission de niveau 3. Les données acquises dans le projet ont permis d'alimenter le paramétrage de ce modèle.

Bilan et perspectives

Bilan des travaux conduits dans le projet EVAPRO

- Une méthode pour évaluer le modèle FIDES inversé a été mise au point, dimensionnée, construite et évaluée. L'homogénéité des débits d'air dans les orifices critiques a été démontrée et le fonctionnement opérationnel de la source a été démontré. Ce dispositif a permis de montrer que le modèle semble surestimer les émissions. Ce point est à approfondir par la suite.
- Les expérimentations au champ réalisées ont permis d'acquérir de nombreuses données de volatilisation d'azote ammoniacal pour des produits pour lesquels il n'existait pas, jusqu'alors, de données. Le travail considérable réalisé au cours de ce projet a permis d'obtenir des résultats inédits de volatilisation sur 31 modalités. Ces résultats compilés dans une base de données avec un ensemble de variables descriptives sont utilisables pour d'autres projets.
- Il a été montré que l'utilisation de l'outil CADASTRE_NH3 offre une alternative prometteuse aux approches de niveaux 1 ou 2 pour réaliser des inventaires d'émissions de NH3 à l'échelle régionale et nationale. Elle permet de générer des facteurs d'émission de niveau 3, soit sous forme de valeur fixe par type de PRO, soit combinée à une approche de métamodélisation, sous forme de fonctions simples, ne nécessitant qu'un très faible temps de calcul.

Perspectives

- Un travail méthodologique sur la mesure de la volatilisation se poursuit pour une évaluation plus

Pour aller plus loin...

- * Robert Trochard, Sophie Générmont, Benjamin Loubet. 2019. EVAPRO : Evaluation des pertes d'azote par Volatilisation Ammoniacale suite à l'épandage de Produits Résiduaire Organiques. 56 pages.
- * Baptiste Soenen, Robert Trochard. 2019. Les PRO -Produits Résiduaire Organiques- pour la fertilisation des cultures et prairies : Quantification des pertes de NH3, facteurs déterminants. Journée Thématique COMIFER Mars 2019, « Qualité de l'air et fertilisation : réduire les émissions d'ammoniac ».

Pour citer ce document :

poussée du système de source, du dispositif d'échantillonnage et de mesure des concentrations. Cette évaluation est en cours dans le cadre d'une collaboration avec le projet ADEME Nuage.

- L'acquisition de données au champ se poursuit dans le cadre d'autres projets (Epan'd'air, Valhuon, FLAPP...). Ces données et leurs variables associées ainsi que celles acquises au cours d'autres projets antérieurs, participeront à l'élaboration de modèles simplifiés de la volatilisation utilisables dans des OAD. Cependant, l'acquisition de données devra se poursuivre pour mieux apprécier l'impact de certaines pratiques sur l'atténuation de la volatilisation d'ammoniac.
- Le travail d'évaluation et d'amélioration du modèle Volt'Air pour une meilleure prise en compte des PRO épandus en France se poursuit dans le cadre du projet EVAMIN. L'introduction de nouveaux PRO, tels que ceux étudiés dans ce projet doit se poursuivre pour proposer des Facteurs d'Emission pour l'ensemble des PRO épandus en France en évaluant l'intérêt d'avoir combiné en catégories de PRO plusieurs PRO proches dans l'outil CADASTRE_NH3, au regard des usages qui peuvent être faits de ces résultats. L'introduction des effets des évolutions interannuelles des pratiques de fertilisation a été engagée dans le cadre du projet Amp'Air. Un travail reste à faire pour moduler les facteurs d'émission en tenant compte des effets des pratiques d'abattement appliquées par les agriculteurs. Enfin, la production de modèles simplifiés en sélectionnant des variables suffisamment faciles à obtenir mais suffisantes au regard des objectifs de précision est engagé dans le projet EVAMIN mais sera très certainement à poursuivre.

Plus d'informations sur le RMT Fertilisation & Environnement :

<http://www.rmt-fertilisationetenvironnement.org/>

Contacts :

ARVALIS : Baptiste SOENEN, Hélène LAGRANGE
p.nom@arvalis.fr
RMT F&E : Mathilde Heurtaux, animatrice
mathilde.heurtaux@acta.asso.fr