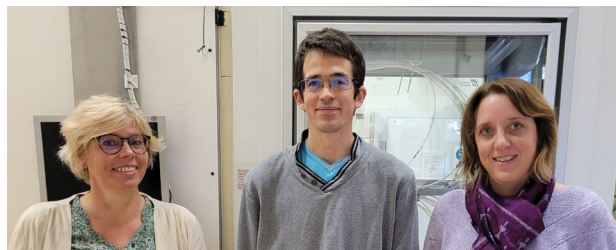


Potentiels de volatilisation d'ammoniac au champ de divers substrats : mesures en conditions contrôlées et analyse des déterminismes

Sophie Générmont, Baptiste Esnault, Céline Décuq
UMR EcoSys INRAE – AgroParisTech – Université Paris Saclay



Mots-clés : engrais azotés, produits résiduaux organiques, facteurs d'émission d'ammoniac

La volatilisation d'ammoniac est un processus de surface qui s'observe immédiatement et sur quelques jours ou semaines après l'épandage d'engrais de synthèse ou de produits résiduaux organiques (PRO). Les pertes d'azote associées représentent une perte parfois conséquente d'efficacité de ces intrants et économique pour l'agriculteur. La dynamique et l'intensité de ce processus sont très variables : elles dépendent des propriétés de l'engrais et des conditions agropédologiques rencontrées.

L'ammoniac (NH_3) est un polluant atmosphérique qui a un impact sur l'environnement (acidification et eutrophisation des milieux, baisse de la biodiversité) et sur la santé humaine (précurseur de particules fines). Les émissions d'ammoniac, issues à 94% des activités agricoles, sont liées pour moitié aux fertilisations. Depuis le Protocole de Göteborg (1999 puis 2012), la France s'est engagée à réduire ses émissions de 13% en 2030 par rapport à 2005, engagement renforcé par des objectifs de valeurs limites de concentration en particules fines dans l'air fixées par la Directive 2016/2284 du Parlement Européen.

Cependant, la variété des situations rencontrées dans la pratique agricole rend la quantification de ces émissions ainsi que l'évaluation de l'efficacité des méthodes de réduction particulièrement difficiles, comparativement aux autres secteurs d'activité. Cette variété ne cesse en outre d'augmenter en raison (i) de l'adoption par les agriculteurs de nouvelles pratiques agro-écologiques adaptées à des situations très locales ; (ii) du renforcement des pratiques de recyclage entraînant la multiplication des procédés industriels et agro-industriels générant une augmentation des produits organiques de toutes origines recyclables au champ, autant en quantité qu'en variété ; (iii) de la capacité des industriels de la fertilisation, des coopératives agricoles ou des entreprises de biotechnologies à proposer des additifs ou à formuler des engrais plus respectueux de l'environnement.

Le constat a été fait à l'échelle internationale qu'il n'existait pas de méthode d'acquisition de références sur les émissions ou de comparaison de traitements permettant d'évaluer objectivement les potentiels de volatilisation de différents substrats et les leviers de réduction intrinsèques aux engrais azotés et amendements. Pour répondre à ce besoin, l'UMR EcoSys a développé un dispositif d'enceintes dynamiques (Générmont et al., 2013) opérable en routine et unique dans ses capacités :

- (i) de maîtrise des conditions ambiantes (caractérisation et contrôle de la température, de l'humidité de l'air et de l'humidité du sol, etc.) et d'écoulement de l'air au-dessus de la surface expérimentale (débit, volume de tête, type de balayage, etc.). Il assure ainsi une grande répétabilité et reproductibilité ;
- (ii) de représentativité des conditions de la pratique agricole : cylindres de sol en place, engrais apportés frais et à la dose agronomique, etc.

Opérationnel depuis une quinzaine d'années, ce dispositif a été mobilisé pour caractériser un grand nombre de produits d'origines et de natures variées, dans divers projets partenariaux et collaboratifs : EMITEC, BTéP, PROLAB, Efac-Raclage-V, EvaPRO, etc.



Figure 1 : Dispositif de mesure des potentiels de volatilisation d'ammoniac de l'UMR EcoSys

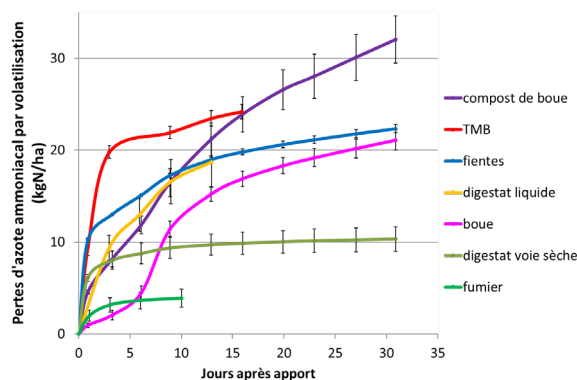


Figure 2 : Exemple des dynamiques et cumuls de volatilisation obtenus dans le projet PROLAB (Houot et al., 2017)

Sont caractérisées de manière exhaustive à la fois :

- la dynamique et l'intensité de la volatilisation, très dépendantes des engrais. Elles permettent de les classer entre eux et de proposer des facteurs d'émission. Elles ont été mesurées pour certains PRO seuls (apportés sur une plaque imperméable) et pour les mêmes PRO apportés sur le sol (en place ou remanié), offrant un potentiel supplémentaire d'exploitation de l'effet sur la volatilisation de l'infiltration et des interactions bio-physico-chimiques entre l'engrais et le sol ;
- les propriétés physiques, physico-chimiques et biochimiques des substrats. Outre celles mesurées classiquement en laboratoire d'analyse, d'autres propriétés des PRO plus spécifiques et plus sensibles au regard du déterminisme de la volatilisation ont été caractérisées.

Ainsi, un premier niveau d'analyse statistique vise à mettre en relation le potentiel de volatilisation des engrais avec leurs propriétés physiques (teneur en matière sèche pour les PRO, matière de charge pour les engrais de synthèse, etc.) et physico-chimiques (teneur en azote total et azote ammoniacal, pH, capacité d'échange cationique, etc.). Un deuxième niveau d'analyse ambitionne d'évaluer la faisabilité d'une typologie des PRO épandus au regard de la volatilisation en fonction de leur origine (élevages et espèces animales, agro-industries, déchets ménagers et municipaux, etc.), éventuellement de leur traitement (digestion, compostage ; etc.) et modalités de stockage avant épandage (couverture ou non).

Ce dispositif est en cours de refonte et redimensionnement pour caractériser de manière plus précise encore et à un débit analytique plus élevé l'ensemble des substrats (engrais, sols, litières, etc.). Il est mis à disposition des acteurs économiques via la ligne de service EnVisaGES d'INRAE Transfert (Lissy et al., 2021). Il est aussi utilisé pour étudier l'effet des conditions environnementales (effet global du type de sol) et de certains facteurs pris isolément (effet spécifique du pH, de la température, de la dose apportée, etc.) sur les intensités et dynamiques d'émission.

Anticiper le comportement de nouveaux substrats avant même leur apport au champ grâce à la mobilisation de ce dispositif permettra de répondre de manière plus réactive aux enjeux d'aujourd'hui. Contribuer à la génération de facteurs d'émission spécifiques à la France sera aussi possible à terme avec cette approche : les inventaires nationaux d'émission d'ammoniac seront par ce biais améliorés.

Références bibliographiques

- Espagnol S. et al., 2014. Rapport du projet « EMITEC », convention ADEME 11-60-C0043, 92p.
 Générumont S. et al., Rapport du projet « Volat Standard », convention ADEME n°10-81-C0030, 67p + Annexes.
 Houot S. et al., 2017. Rapport du projet PROLAB, convention ADEME n° 11000783, 217p.
 Lagadec S. et al., 2018. Rapport du projet Efac-Raclage-V, convention ADEME 16-60-C0037, 67p.
 Lissy A.S. et al. 2021. 15^{èmes} Rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse, COMIFER-GEMAS, Clermont-Ferrand 24-25/11/2021. Poster
 Lorinquer, E et al., 2016. Rapport du projet BTéP, convention ADEME 13-60-C0032, 109p.
 Trochard, R., et al., 2019. Rapport du projet EvaPRO, convention ADEME 15-60-C0036, 56p.