



DEVELOPPEMENT DE L'OUTIL WEB AGRIVISION'AIR : UNE PREVISION DE LA VOLATILISATION DE L'AMMONIAC A L'EPANDAGE

L. Oddos¹, N. Moreau², A. Guézengar¹, S. Leray², L. Beff¹, M. Le Quilleuc²

¹Chambre d'agriculture de Bretagne, Rennes, France

²Air Breizh, Rennes, France

Contexte et enjeu

Le projet LIFE ABAA (2021-2025) a pour objectif la réduction des émissions d'ammoniac (NH₃) d'origine agricole. Il s'inscrit dans l'engagement national du Plan de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques (PREPA) de baisser de 13% les émissions d'ammoniac entre 2005 et 2030. L'ammoniac étant d'une part une forme de l'azote et d'autre part un précurseur de particules fines, la réduction de ses émissions a pour but de préserver la valeur fertilisante des engrais et d'améliorer la qualité de l'air ambiant. Pour répondre à cet enjeu, un des objectifs du projet a été de développer un Outil d'Aide à la Décision (OAD) pour prévoir la volatilisation de l'ammoniac à l'épandage, en prenant en compte les pratiques agricoles et les conditions météorologiques. Agrivision'air a pour but d'apporter des informations aujourd'hui méconnues via un outil simple et rapide d'utilisation à des réalisateurs d'épandage devant composer avec de nombreuses contraintes techniques et réglementaires.

Méthode utilisée pour le chiffrage de la volatilisation

Utilisation de calculs et références validées pour l'impact des pratiques d'épandage

Les Facteurs d'Emission et d'Abattement (FE et FA) liés aux pratiques d'épandage sont référencés dans des sources validées et le Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique (CITEPA) donne les formules de calcul associées. L'Équation 1 donne un exemple de cette formule pour un épandage d'engrais organique.

Équation 1 : Calcul de la quantité d'azote ammoniacal émis pour un épandage d'engrais organique selon les caractéristiques du produit et la méthode d'apport, et origine des données utilisées. ¹ Saisi par l'agriculteur ; ² RMT élevage et environnement, 2019 ; ³ Concept-Dig, 2019 et Ferti-Dig, en cours en 2023 ; ⁴ CITEPA, 2018 ; ⁵ Soenen et al., 2021 ; ⁶ OMINEA, 2022

$$N\text{-NH}_3 \text{ émis (kg/ha)} = \text{Qtité produit effluent (t ou m}^3\text{/ha)}^1 * \text{teneur N-NH}_4 \text{ (g/kg)}^{1,2,3} * \text{FEproduit}^{4,5} * \text{FAMatériel}^3 * \text{FAdélai_enfouissement}^3$$

Création d'un indice de volatilisation pour estimer l'impact des conditions météorologiques.

Le but de l'Indice de Volatilisation (IV) créé est de caractériser le risque de volatilisation lié aux conditions météorologiques prévues pour la journée et les deux jours à venir. L'indice se base sur les éléments suivants : le cycle diurne, la stabilité de l'atmosphère via la longueur de Monin-Obhukov qui décrit sa stratification, la vitesse du vent et le cumul de pluie. L'indice a été testé avec l'outil d'exploitation de données Airpy pour déterminer les seuils de vents et pluie qui permettent de passer d'une classe d'indice à l'autre en s'assurant que la distribution des valeurs entre ces classes est cohérentes.

Tableau 1 : Critères et seuils qui définissent l'attribution de l'indice à chaque classe de risque considérée

Classe	Faible	Moyen	Modéré	Fort
Conditions	Atmosphère stable OU Précipitations supérieures à 0.4mm	Atmosphère neutre	Atmosphère instable	Atmosphère instable ET Vent supérieur à 5m/s



L'IV ainsi produit est divisé en 4 classes de risque (faible, moyen, modéré et fort) définies par les conditions présentées sur le Tableau 1. Il est calculé à un pas de temps horaire pour chaque cellule géographique, est agrégé à l'échelle de la journée et de la commune en considérant la classe d'indice la plus représentée, puis envoyé quotidiennement vers Agrivision'air.

Calibration de l'impact de l'IV sur les émissions de NH₃ avec le modèle ALFAM

Pour intégrer l'IV dans le calcul de la volatilisation, la méthode a été de définir un Facteur de Modulation (FM) de la quantité d'azote volatilisée. Pour cela, le modèle ALFAM (Søgaard, 2002) a été utilisée sur des chroniques météo bretonnes pour borner le FM sur une gamme réaliste de variation de la volatilisation. Le FM est ensuite ajouté à l'Équation 1 pour intégrer l'impact des conditions météorologiques dans l'estimation de la quantité d'azote volatilisée (Équation 2).

Équation 2 : Calcul de la quantité d'azote ammoniacal émis pour un épandage d'engrais organique selon les caractéristiques du produit, la méthode d'apport et les conditions météorologiques

$$\text{N-NH}_3 \text{ émis (kg/ha)} = \text{Qtité produit effluent (t ou m}^3\text{/ha)} * \text{teneur N-NH}_4 \text{ (g/kg)}, * \text{FEproduit}, * \text{FAMatériel} * \text{FAdélai_enfouissement} * \text{FMindice_volat}$$

Evaluation de l'impact du type de sol sur la volatilisation en Bretagne

L'impact des caractéristiques du sol est qualifié par le COMIFER (2022) par des seuils sur le pH et la CEC respectivement de 7 et 7.5 et de 12 meq/100g terre. Sur les 25% des sols où le pH et la CEC diffèrent des conditions retenues dans l'outil (pH<7 et CE<12), les apports d'azote sont principalement sous forme minérale d'une part, et l'erreur faite sur l'estimation de la volatilisation est de 20 à 30% sur la majorité des conditions météorologiques rencontrées d'autre part. Ces résultats confortent le choix de ne pas intégrer les caractéristiques du sol dans un souci de simplicité et rapidité d'utilisation de l'outil.

Indicateurs et synthèses annuelles pour mieux qualifier l'estimation de la volatilisation

Le résultat de la simulation donne : la quantité d'N-NH₃ volatilisé, un indicateur lié à la part d'azote perdue par rapport à l'azote apporté (efficacité de la fertilisation), un indicateur sur l'efficacité du matériel et délai d'enfouissement, et un indicateur météo qui traduit directement la classe de risque de l'IV. L'ensemble de ces informations, ainsi que l'accès à des synthèses annuelles sur la bases des interventions enregistrées, permettent à l'utilisateur d'agir à court terme (décaler la date d'intervention, changer de matériel ou de délai d'enfouissement)

ou de prendre connaissance des moyens à mettre en œuvre à plus long terme (achat de matériel plus performant, travail sur l'organisation des chantiers d'épandage) pour réduire la volatilisation.



Figure 1 : Exemple de résultat d'une simulation d'épandage sur une des trois journées données.

Sources :

- CITEPA (2018), Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France au titre de la convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance et de la directive européenne concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques
- COMIFER et RMT BOUCLAGE (2022), Grille d'évaluation du risque de perte d'efficacité des apports d'azote minéral
- Concept-Dig (2019) et FertiDig (en cours en 2023), projets ADEME
- OMINEA (2022), BDD édition 19.1
- RMT élevage et environnement (2019), Brochure Valorisation des effluents d'élevage et environnement
- Soenen B., Henaff M., Lagrange H., Lanckriet E., Schneider A., Duval R. et Streibig J-L. (2021), Label Bas Carbone, Méthode Grandes Cultures, Version 1.1. LBC_MethodeGC_Annexe03_referentiel engrais
- Søgaard H. T., Sommer S. G., Hutchings N. J., Huijsmans J. F. M., Bussink D. W., et Nicholson F. (2002). Ammonia volatilization from field-applied animal slurry- the ALFAM model. Atmospheric Environment 36, 3309-3319.