



**HAL**  
open science

## Evaluation d'un dispositif contrôlé d'émission d'ammoniac à l'échelle de la parcelle agricole

Alain Fortineau, Benjamin Loubet, Sophie Générmont, Marco Carozzi, Polina Voylokov, Céline Decuq, Baptiste Esnault, Pauline Buysse, Michel Burban, Olivier Fanucci, et al.

### ► To cite this version:

Alain Fortineau, Benjamin Loubet, Sophie Générmont, Marco Carozzi, Polina Voylokov, et al.. Evaluation d'un dispositif contrôlé d'émission d'ammoniac à l'échelle de la parcelle agricole. Journée Scientifique du SIRTÀ, Jul 2019, Palaiseau, France. . hal-03617328

**HAL Id: hal-03617328**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03617328>**

Submitted on 23 Mar 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Contexte :

- L'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), gaz polluant à 97% d'origine agricole, a un impact important sur l'environnement et la santé humaine (Sutton *et al.* 2011).
- Pour étudier des moyens de diminuer les sources de pollution, il faut pouvoir mesurer les flux d'ammoniac émis.
- Pour cela, ECOSYS a développé le modèle **FIDES** (Loubet *et al.* 2010) utilisé dans la méthode **Volat'NH<sub>3</sub>** (Cohan *et al.* 2013). Il est utilisé en mode inverse pour estimer le flux de sources d'ammoniac à partir de concentrations mesurées dans l'air (Carozzi *et al.* 2013a, 2013b; Loubet *et al.* 2010, 2011, 2012). Il devrait permettre également d'évaluer les émissions de sources multiples (Loubet *et al.*, 2018).

## Besoins

- Pour valider le modèle FIDES, ses sorties doivent être comparées à une méthode de référence dont la source d'émission est connue.

## Objectif

- Créer des dispositifs contrôlés d'émission tant en amplitude qu'en dynamique et de les utiliser pour évaluer la méthode de calcul des émissions d'ammoniac basée sur l'utilisation du modèle de dispersion FIDES en mode inverse.

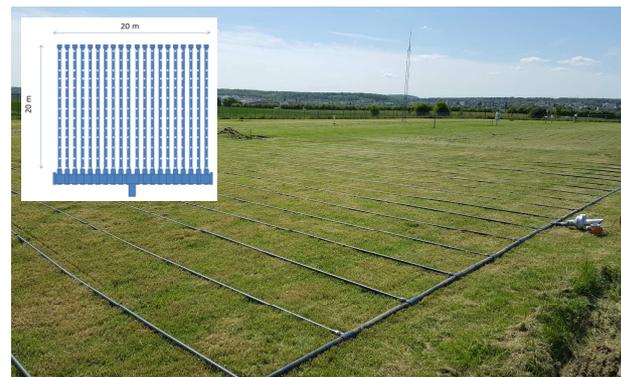


Figure 1 : photo du dispositif d'émission d'ammoniac de 400 m<sup>2</sup> constitué d'un réseau de tubes PVC percés d'orifices d'émission répartis tous les m<sup>2</sup> déployé sur le parc météorologique de Grignon 78850. Insert : schéma du dispositif. De l'ammoniac pur (Air Liquide) est injecté à l'aide d'un débitmètre massique 0 à 500 N<sub>mL</sub>.min<sup>-1</sup> (Bronkhorst, France) dans un flux d'air de 285 N<sub>mL</sub>.min<sup>-1</sup> généré par une turbine d'injection (Systemair, France). Flux généré : 0 à 20 µg N-NH<sub>3</sub> m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>, soit 17.3 kg Nj<sup>-1</sup>ha<sup>-1</sup>.

## Méthode (inspirée de Häni, 2016)

Injection NH<sub>3</sub> pur suivant une séquence de 4 paliers d'une heure dans un dispositif d'émission artificielle sur le parc météo de Grignon (78850), du 11 au 13/08/2018, soit 48 h (figure 1).

### Séquence de quatre paliers d'injection d'une heure

Débit injection ammoniac (N <sub>mL</sub> /min)	0	100	0	250
Flux théorique calculé (µgNH <sub>3</sub> /m <sup>2</sup> /s)	0	3.04	0	7.60

- Les variables de turbulence atmosphérique ( $u_*$ , vitesse de friction,  $L$ , longueur de Monin-Obukhov) sont mesurées à l'aide d'un anémomètre sonique R2 (Gill Instruments Limited, Lymington, UK) et traitées par le logiciel EddyPro (Li-cor, Lincoln, Nebraska, USA).
- La concentration d'ammoniac est mesurée en continu par un Cavity Ring Down Spectrometer CRDS (G2103, Picarro, Santa-Clara, Californie) à 1.1 N<sub>mL</sub>/min sur une ligne de prélèvement chauffée à 60°C et d'un débit de 50 N<sub>mL</sub>/min au centre du dispositif d'émission à 0.5 m de hauteur.

## Résultats :

### Dynamique des concentrations générées (figure 2a) :

- Concentrations NH<sub>3</sub> mesurées varient de quelques ppb à plus de 600 ppb au cours de la période.
- Les concentrations les plus élevées sont obtenues principalement de nuit ( $u_*$  faible, peu de frottements).
- Retard des évolutions de concentration par rapport au flux théorique.

### Comparaison de l'émission théorique et simulée par le modèle FIDES inverse :

- Les émissions simulées par le modèle inverse suivent globalement les variations de la source théorique avec un retard qui correspond au délai observé sur la concentration (figure 2b).
- La moyenne glissante sur une heure montre que la comparaison modèle-mesure est bonne sur une partie de la période (figure 2c).
- Mais le modèle surestime les émissions d'environ 50% en moyenne sur l'ensemble de la période, et ceci pour tous les niveaux de concentration.

## Conclusions et perspectives :

- La source permet de générer des concentrations réalistes d'ammoniac.
- Ces concentrations varient comme attendu en fonction de l'état de stabilité de l'atmosphère.
- Les émissions inférées avec le modèle FIDES sont décalées temporellement par rapport à la source théorique et présente des pics dans certaines conditions.
- Le décalage temporel pourrait être lié à la nature réactive de l'ammoniac.
- Des mesures complémentaires sont en cours.

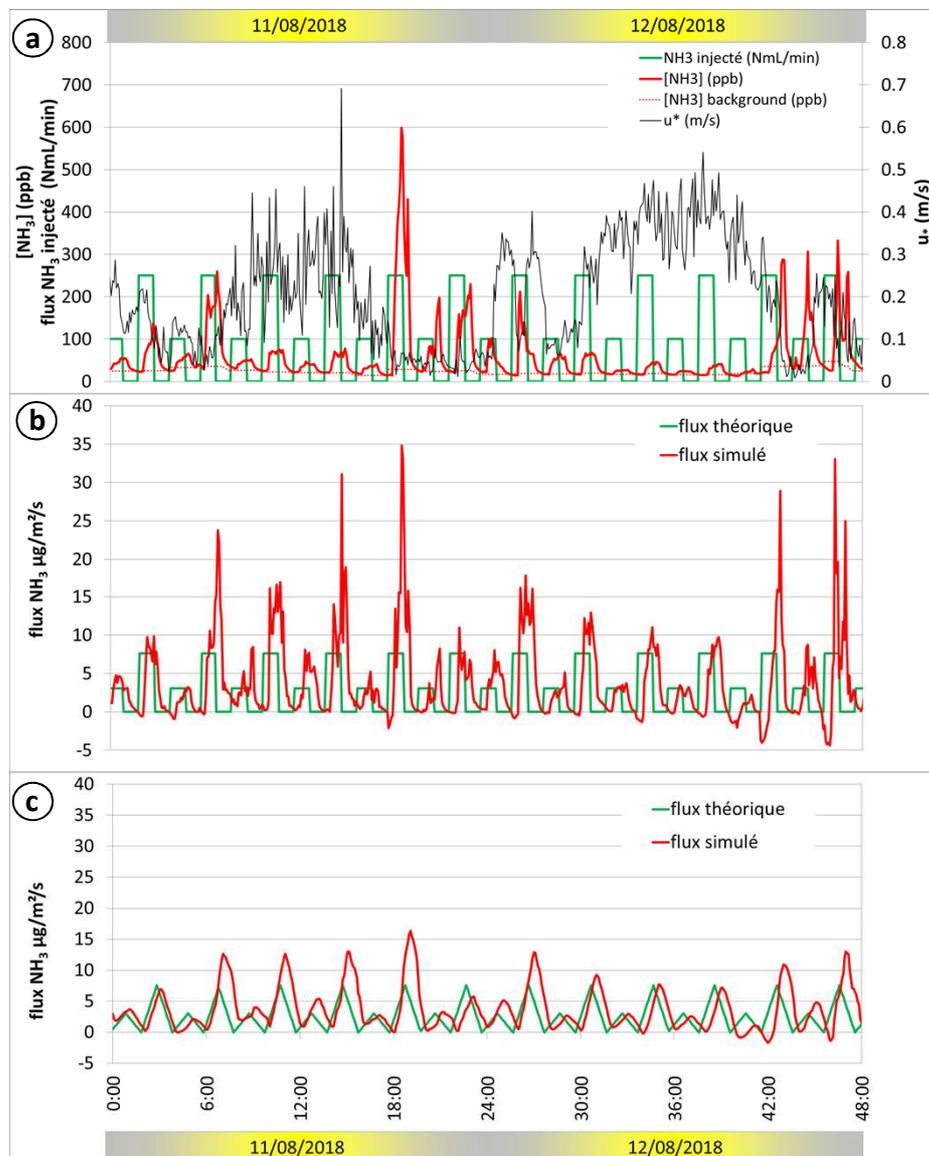


Figure 2 : Dynamiques des concentrations d'ammoniac et des flux théoriques et simulés pendant 48 heures les 11 et 12/08/2018. (a) Dynamiques de la concentration d'ammoniac (rouge) mesurée à 0.5 m de hauteur au centre du dispositif d'émission, du débit d'injection d'ammoniac (vert) et de  $u_*$  (noir). (b) Evolution des flux théoriques (vert) et simulés (rouge). (c) Dynamique des moyennes horaires glissantes.

Carozzi, M., Ferrara, R.M., Rana, G. and Acutis, M., 2013a. Evaluation of mitigation strategies to reduce ammonia losses from slurry fertilisation on arable lands. *Science of the Total Environment*, 449: 126-133.  
Carozzi, M., Loubet, B., Acutis, M., Rana, G. and Ferrara, R.M., 2013b. Inverse dispersion modelling highlights the efficiency of slurry injection to reduce ammonia losses by agriculture in the Po Valley (Italy). *Agric. For. Meteorol.*, 171-172(0): 306-318.  
Cohan J.P., Charpiot A., Morvan T., Eveillard P., Trochard R., Champolivier L., De Chezelles E., Heurtaux M., Lorinquer E., Espagnol S., Générumont S., Loubet B., 2013. 11èmes Rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse/COMIFER-GEMAS - Poitiers 20 et 21 novembre 2013 : Quantification des émissions d'ammoniac suite à l'épandage de produits résiduels organiques et d'engrais minéraux au champ - 1ère synthèse des résultats acquis dans le cadre du projet CASDAR VOLAT'NH<sub>3</sub>.  
Häni C., Sintermann J., Kupper T., Jocher M., Nefel A., 2016. Emissions d'ammoniac après épandage de lisier. Rapport en allemand avec résumé en français. Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung. (166 p)  
Loubet, B., Générumont S., Ferrara, R., Bedos, C., Decuq, C., Personne, E., Fanucci, O., Durand, B., Rana, G. and Cellier, P., 2010. An inverse model to estimate ammonia emissions from fields. *European Journal of Soil Science*, 61: 793-805.  
Loubet, B., Générumont, S., Personne, E. and Massad, R.S., 2011. Can we estimate ammonia emissions by inverse modelling with time averaged concentrations?. *Nitrogen and Global Change*, Edinburgh, pp. 2.  
Loubet, B., Générumont, S., Cohan, J.P., Charpiot, A., Morvan, T., Trochard, R., Champolivier, L., De Chezelles, E. and Espagnol, S., 2012. A new method for estimating ammonia volatilization from slurry in small fields using diffusion samplers. *International Symposium on Emissions of Gas and Dust from Livestock (EMLU 2012)*, Saint-Malo, France, pp. 4.  
Loubet, B., Carozzi, M., Voylokov, P., Cohan, J.-P., Trochard, R. & Générumont, S. 2018. S/evaluation of a new inference method for estimating ammonia volatilization from multiple agronomic plots. *Biogeosciences*, 15(11) 3439-3460.  
Sutton, M.A., Oenema, O., Erisman, J.W., Leip A., van Grinsven, H., Winarwar, W., 2011. Too much of a good thing. 14 APRIL 2011, VOL 472, NATURE, 161