

STAGE Ingénieur - MASTER 2

Evaluation des émissions d'ammoniac par les modèles d'agroécosystèmes (CERES-EGC et STICS) et proposition d'améliorations

1. Description du Sujet

À l'échelle mondiale, l'agriculture est responsable de 10 à 12 % des émissions anthropiques totales de gaz à effet de serre (GES) principalement sous forme protoxyde d'azote (N_2O) et de méthane (CH_4) (Smith et al., 2007 ; Butterbach-Bahl et al., 2011). Le secteur agricole joue également un rôle central dans la pollution atmosphérique. En effet, il contribue de manière significative aux émissions d'ammoniac (NH_3) (90 % à l'échelle mondiale) (Lelieveld et al., 2015) et d'oxydes d'azote (NO). Ces émissions affectent la chimie troposphérique, l'ammoniac étant un précurseur de particules fines atmosphériques (Backes et al., 2016 ; Gu et al., 2014).

Les modèles d'agro-écosystèmes simulent les processus biogéochimiques dans le couple sol/plante, tels que l'immobilisation du carbone (C) et de l'azote (N) dans le sol, la minéralisation de la matière organique, la photosynthèse des plantes ou encore la respiration, afin de répartir le C et l'N dans la biomasse aérienne et dans la matière organique du sol. Parmi ces modèles on peut citer les modèles CERES-EGC (Crop-Environment REsources Synthesis, Gabrielle et al. 2006) et STICS (Simulateur mulTIdisciplinaire pour les Cultures Standard, Brisson et al. 2003). L'outil Syst'N®, qui repose sur des descriptions proches de celles des modèles d'agro-écosystèmes, a été conçu pour permettre l'évaluation et le diagnostic des pertes d'azote dans les systèmes de culture à l'échelle de la rotation.

Différents concepts de modélisation ont été développés pour rendre compte des processus physiques et physico-chimiques contrôlant les émissions d'ammoniac provenant des engrais de synthèse ou organiques après fertilisation et pour en simuler la dynamique (Sommer et al., 2003; Montes et al., 2009). Parmi ces modèles, l'UMR EcoSys a élaboré le modèle de processus Volt'Air (Générmont et Cellier, 1997 ; Le Cadre, 2004 ; Garcia et al., 2012) qui simule les flux de volatilisation d'ammoniac après épandage sur sol nu de fertilisants organiques ou de synthèse.

Des formulations simples tirées de la littérature et de l'expertise de l'UMR EcoSys ont été introduites dans les modèles CERES-EGC et STICS, ainsi que dans l'outil Syst'N®, afin de simuler les émissions d' NH_3 . Ces formalismes n'ont été que peu évalués par comparaison à des mesures au champ dans différentes conditions agro-pedo-climatiques. Un grand nombre de jeux de données a été acquis dans l'UMR EcoSys grâce à des expérimentations au champ dans les conditions de la pratique agricole, en conditions semi-contrôlées avec des tunnels de ventilation, ou en conditions entièrement contrôlées.

L'objectif de ce stage est de comparer les modules d'émissions d'ammoniac des modèles CERES-EGC, STICS et Syst'N®, de les évaluer en les confrontant à des données mesurées ainsi qu'au modèle Volt'Air, et de proposer des pistes pour les améliorer.

Méthodologie

Une des premières tâches du stagiaire sera de comprendre les déterminismes d'émissions d' NH_3 et les différentes façons de les prendre en compte en modélisation et plus particulièrement dans les modèles CERES-EGC et STICS. Elle/il participera ensuite à l'élaboration et le renseignement de la base de données en cours de construction. Elle/il paramétrisera les deux modèles sur les sites et les types d'engrais sélectionnés. Elle/il développera (utilisera) des script R pour comparer les sorties de simulation aux données. Elle/il validera les données et veillera à l'homogénéité des unités. Une dernière étape consistera à proposer des pistes d'amélioration (prise en compte du pH, disponibilité en NH_4^+ dans la 1^{ère} couche du sol ou de l'engrais, paramétrisation des échanges turbulents au-dessus de la surface, etc.)

Compétences requises

- Connaissance des interactions biosphère – atmosphère
- Capacité à comprendre un modèle
- Affinité pour la modélisation et le traitement de données

Compétences acquises

- Connaissance sur les émissions de NH₃
- Codage R et Fortran
- Analyses de données
- Communication scientifique

2. Spécificités

Lieu de travail : UMR EcoSys sur le Campus Agro Paris-Saclay à Palaiseau

Conditions de travail :

Gratification : indemnité réglementaire (env. 600€/mois)

Prise en charge de 75% de l'abonnement de transport en commun

Accès à la cantine au tarif étudiant

Durée : 6 mois, début possible dès février 2024

3. Encadrants

Raia Silvia MASSAD	raia-silvia.massad@inrae.fr	Tel : 01 89 10 07 07	UMR EcoSys
Sophie GENERMONT	sophie.genermont@inrae.fr	Tel : 01 89 10 07 06	UMR EcoSys