

Offre de stage de fin d'étude, niveau 3A ingénieur ou M2

Sujet : Amélioration d'un outil de spatialisation et de temporalisation des émissions d'ammoniac, CADASTRE_NH₃ : implémentation d'un module de scénarisation des pratiques de fertilisation azotée

Laboratoire d'accueil : UMR ECOSYS INRAE - AgroParisTech - Université Paris-Saclay

Encadrants :
 INRAE - ECOSYS : Sophie Générmont – sophie.genermont@inrae.fr
 INRAE - ECOSYS : Lucie Martin – lucie.martin@inrae.fr
 AgroParisTech - ECOSYS : Jean-Marc Gilliot – jean-marc.gilliot@agroparistech.fr

L'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) est un établissement public de recherche rassemblant une communauté de travail de 12 000 personnes, avec plus de 200 unités de recherche et 42 unités expérimentales implantées dans toute la France. INRAE se positionne parmi les tous premiers leaders mondiaux en sciences agricoles. L'UMR ECOSYS « Écologie fonctionnelle et écotoxicologie des agroécosystèmes » étudie le fonctionnement des agro-écosystèmes, en prenant en compte les processus biogéochimiques, les flux de matière et d'énergie, ainsi que les fonctions des organismes isolés ou en interaction avec leur environnement. Un des sujets traités par ECOSYS concerne la volatilisation de l'ammoniac (NH₃) liée aux pratiques agricoles et plus particulièrement concernant la fertilisation azotée au champ des cultures.

Contexte : Les pratiques de fertilisation agricole sont la source de nombreux composés gazeux comme l'ammoniac (NH₃) qui est impliqué dans : (i) la formation des poussières ayant un impact sur la santé humaine (particules) ; (ii) l'acidification des sols ; (iii) la baisse de la biodiversité et (iv) l'eutrophisation des eaux. La France, premier contributeur européen, émet plusieurs centaines de kilo-tonnes de NH₃ par an, qui sont dues à 94% aux activités agricoles. Le poste de fertilisation organique et minérale au champ est le plus émetteur avec une contribution à près de la moitié des émissions. Différents protocoles internationaux (e.g. Göteborg, 1999), directives européennes (e.g. directive NEC 2016/2284) et plans nationaux (PREPA) visent à contrôler ces émissions : la France s'est engagée à réduire ses émissions de NH₃ de 13% en 2030 par rapport aux émissions de 2005. Pour ce faire l'UMR a développé un modèle informatique mécaniste « VOLT'AIR » (Garcia et al., 2012 ; Le Cadre, 2004) pour simuler les flux de volatilisation d'ammoniac après épandage sur sol nu de fertilisants organiques ou minéraux. Sur cette base, ECOSYS a développé l'outil « CADASTRE_NH₃ » (Ramanantenasoa et al., 2018) afin de représenter ces émissions dans l'espace et dans le temps, et pour analyser cartographiquement leurs impacts régionaux et saisonniers. CADASTRE_NH₃ est un outil python-SQL, qui repose sur des appels à VOLT'AIR et sur une base de données géo-référencées SQLITE à l'échelle des petites régions agricoles pour : (i) les propriétés des sols (ii) les conditions météorologiques (iii) les informations sur la fertilisation issues de l'enquête Agreste et (iv) la localisation des cultures (RPG, BDTopo®).

Objectif : L'objectif du stage est d'introduire dans l'outil CADASTRE_NH₃ un module pour la gestion explicite et facilitée de scénarios de réduction de la volatilisation des émissions de NH₃, à différentes échelles spatio-temporelles. La traçabilité des différents scénarios et de leurs paramètres sera un point essentiel de ce module. Ce module devra permettre aux utilisateurs / chercheurs de tester différents scénarios de modulation des pratiques de fertilisation, selon les régions, les enquêtes et données, les contraintes réglementaires, les saisons, pour proposer des stratégies de réduction des émissions de NH₃ d'origine agricole en appui aux politiques publiques.

Missions : Les missions du/de la stagiaire consisteront à : (1) prendre connaissance des pratiques de fertilisations azotées existantes et des méthodes de réduction des émissions de NH₃, ainsi que la façon dont elles sont prises en compte dans le modèle VOLT'AIR ; (2) étudier le Modèle Conceptuel de Données (MCD) et les procédures de l'outil CADASTRE_NH₃ ; (3) proposer un cahier des charges d'un module de scénarisation des pratiques de fertilisation dans CADASTRE_NH₃ ; (4) implémenter ce module en python / SQL dans CADASTRE_NH₃ ; (5) Si le temps le permet implémenter une interface graphique permettant de gérer ces scénarios.

Profil recherchées compétences : Étudiant/étudiante de 3^e année ingénieur double compétence agronomie et informatique ou ingénieur/ingénieure agroenvironnement avec des compétences informatiques ou M2 informatique / Géomatique avec des notions en agroenvironnement, des compétences en programmation avec les langages python et SQL sont requises.

Lieu du stage : UMR EcoSys AgroParisTech-INRAE-Université Paris-Saclay, 22 place de l'Agronomie 91123 Palaiseau
[lien google map du campus](#)

Indemnisation : 4.35€ / heure (tarif 2024) soit ~610€ / mois et remboursement de 75% de la carte de transport Navigo
 Via la Question d'Intérêt Majeur de la Région Ile de France : « Quelles agricultures et alimentations durables pour l'Île-de-France ? »
 (QIM TRAAIF <https://www.iledefrance.fr/toutes-les-actualites/recherche-6-questions-dinteret-majeur-pour-lile-de-france>)

- Garcia L., Générmont S., Bedos C., Simon N.N., Garnier P., Loubet B., Cellier P., 2012. Accounting for Surface Cattle Slurry in Ammonia Volatilization Models: The Case of Volt'Air. Soil Sci. Soc. Am. J., 76 (6), 2184-2194. <http://dx.doi.org/doi:10.2136/sssaj2012.0067>
- Le Cadre, E., 2004. Modélisation de la volatilisation d'ammoniac en interaction avec les processus chimiques et biologiques du sol, Le modèle Volt'Air. Ph.D. Thesis, Institut National Agronomique Paris-Grignon, Paris, 211 pp. http://infodoc.agroparistech.fr/index.php?lvl=notice_display&id=48284.
- Ramanantenasoa M.M.J. et al., 2018. A new framework to estimate spatio-temporal ammonia emissions due to nitrogen fertilization in France. Science of the Total Environment. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.202>