DOCTORAT ECOLOGIE
BRETAGNE GEOSCIENCES
LOIRE AGRONOMIE ALIMENTATION

PROPOSITION D'UN PROJET DE THÈSE A L'ÉCOLE DOCTORALE « Écologie, Géosciences, Agronomie, ALimentation »

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Titre de la thèse : Modélisation et Observation en Prairie Pâturée des Émissions d'Ammoniac et de Gaz à effet de serre

Acronyme : MOPPEMAG

Champ disciplinaire 1 : Géosciences

Champ disciplinaire 2 : Choisissez un élément.

Trois mots-clés : Ammoniac, Gaz à effet de serre, Modélisation

Unité d'accueil : UMR 1069 Sol, Agro-hydrosystème, Spatialisation (SAS)

Nom, prénom du directeur de thèse (HDR indispensable): Viaud, Valérie

Adresse mail : valerie.viaud@inrae.fr

Nom, prénom du co-directeur (le cas échéant) (HDR indispensable):

Adresse mail :

Nom, prénom du co-encadrant de thèse 1 (le cas échéant) : Flechard, Christophe

Adresse mail : christophe.flechard@inrae.fr

Nom, prénom du co-encadrant de thèse 1 (le cas échéant) : Graux, Anne-Isabelle

Adresse mail : anne-isabelle.graux@inrae.fr

Financement (origine et montant) : INRAE (50%), Région Bretagne ARED (50%)

Contact(s) (adresse postale) : Christophe Flechard, INRAE, UMR SAS, 65 rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes, France. christophe.flechard@inrae.fr

Mode de recrutement

Le mode de recrutement du doctorant dépend de la nature du financement du projet de thèse. Pour identifier le mode de recrutement, veuillez consulter le site web de l'ED EGAAL - cliquez ici. Le projet de thèse **ne sera pas** publié si cette information est manquante.

☐ **Concours** ☒ **Entretien** ☐ **Autre (précisez) :**

Toutes les rubriques de ce document doivent être remplies.
Une fois complété, merci d'enregistrer ce document au format pdf avec le nom suivant :
Nom du Directeur thèse_Unité_Acronyme du sujet_FR.pdf

DOCTORAT ECOLOGIE
BRETAGNE GEOSCIENCES
LOIRE AGRONOMIE ALIMENTATION

DESCRIPTION SCIENTIFIQUE DU PROJET DE THÈSE

Contexte socio-économique et scientifique : (10 lignes)

Les prairies pâturées jouent un rôle important dans l'élevage des ruminants dans la plupart des régions du monde, notamment pour la production laitière. Au niveau mondial les prairies pâturées représentent 2.2 fois plus de surface que les cultures arables et permanentes combinées, et leur surface a augmenté de 9% depuis 50 ans. Du point de vue environnemental, l'allongement de la période de pâturage a été proposé comme un levier de transition agro-écologique permettant d'optimiser la gestion des prairies pour favoriser le stockage de carbone. En fait, la prairie pâturée peut, selon le mode de gestion et les conditions pédo-climatiques, se comporter comme un puits net ou une source nette de CO_2 et de gaz à effet de serre (GES) incluant N_2O et CH_4. Par ailleurs, en pâturage intensif, et/ou dans certaines micro-zones de la parcelle, la forte concentration de déjections génère très rapidement des émissions d'ammoniac gazeux (NH_3), un polluant atmosphérique précurseur de particules fines, par hydrolyse de l'urée contenu principalement dans l'urine. Cette thèse propose de quantifier les flux de NH_3 et de GES par observations et modélisation couplant les flux biogéochimiques de carbone, azote et eau et le fonctionnement écophysiologique de l'écosystème de prairie pâturée.

Hypothèses et questions scientifiques (8 lignes)

Le projet de thèse aborde la question de la modélisation des émissions de NH_3 au pâturage, et les flux de carbone (C), azote (N) et GES à l'échelle de l'écosystème, dans son ensemble (sol, végétation, animaux) et de manière intégrée, avec trois questions principales :
- Comment coupler modélisation biogéochimique (C, N, GES) de l'écosystème de prairie pâturée avec la modélisation des processus physico-chimiques sous-tendant l'émission de NH_3 au pâturage ?
- Quel est l'impact de la gestion du pâturage (fréquence, chargement instantané, temps de présence journalier, complémentation en concentrés ou fourrages) sur l'émission de NH_3 au champ, et sur les autres flux et bilans C, N et GES à l'échelle de l'écosystème?
- Quel est l'impact du climat sur les émissions de NH_3 par le pâturage, conditionné par la simulation de la pousse et disponibilité en herbe pour les animaux et par l'impact direct de la météorologie sur les processus physico-chimiques contrôlant les flux ?

Principales étapes de la thèse et démarche (10-12 lignes)

Le travail du/de la doctorant.e s'articulera autour de quatre axes principaux :

1- Participation à la collecte et l'analyse des mesures et données de flux et d'écosystème sur le site de mesures ICOS-Méjusseaume, principalement pendant les campagnes de mesures intensives sur le pâturage.
2- Appropriation et couplage des modèles BASGRA_N et GAG. Création d'un module d'échange d'information entre les processus à différents pas de temps (journalier pour BASGRA_N, horaire pour GAG). Deux séjours de 1.5 mois sont prévus au UK Center for Ecology and Hydrology (UK CEH) à Edinburgh, où sont développés ces modèles.
3- Calibration Bayesienne du modèle couplé, dans un premier temps pour le cas spécifique d'un couvert de *Lolium perenne L.*, utilisant les observations issues du site ICOS-Méjusseaume et d'autres sites de tours à flux.
4- Etude de l'influence du climat et de la gestion de la prairie sur les émissions de NH_3 et le bilan GES. Ce travail sera réalisé par simulations du modèle couplé, appliqué à l'échelle de plusieurs sites tours à flux, selon différents scénarios climatiques (RCP) et différents modes de gestion du troupeau (pâturage intensif vs extensif, complémentation).

Approches méthodologiques et techniques envisagées (4-6 lignes)

Le modèle d'écosystème prairie envisagé pour ce travail est BASGRA_N (code disponible sur https://doi.org/10.5281/zenodo.1493404) développé par le CEH Edinburgh (Royaume Uni) et NIBIO (Norvège), une nouvelle version du modèle mécaniste BASGRA (BASic GRAssland model). Le modèle d'émission NH_3 au pâturage (GAG) a également été développé au CEH Edinburgh et une collaboration est déjà en cours entre INRAE-SAS et CEH. La calibration et validation du modèle couplé s'appuiera sur les données d'écosystème et de flux C, N, GES, issues du site d'observation de l'IR ICOS (Integrated Carbon Observation System) de Méjusseaume (FR-Mej), sur le site de l'Installation Expérimentale de Production Laitière (IEPL) près de Rennes.

Compétences scientifiques et techniques requises pour le candidat

- Maîtrise des concepts de biogéochimie de l'écosystème prairial, notamment sur les cycles C et N et les flux de GES
- Compétences en programmation (R, Fortran, etc) et statistiques (calibration Bayesienne)
- Connaissance des techniques micrométéorologiques de mesure des échanges surface-atmosphère de gaz trace.
- Analyse de données environnementales, écophysiologiques et écosystémiques
- Travail en équipe inter-disciplinaire et internationale

DOCTORAT ECOLOGIE
BRETAGNE GEOSCIENCES
LOIRE AGRONOMIE ALIMENTATION

ENCADREMENT DE LA THÈSE[1]

Nom de l'unité d'accueil : UMR 1069 INRAE/Institut Agro Sol, Agro-hydrosystème, Spatialisation (SAS)	**Nom de l'équipe d'accueil :** Axe de recherche Systèmes et Flux
Nom du directeur de l'unité : Christian Walter	**Nom du responsable de l'équipe :** C. Flechard, A. Michaud
Coordonnées du directeur de l'unité : christian.walter@agrocampus-ouest.fr 02 23 48 54 39	**Coordonnées du responsable de l'équipe :** christophe.flechard@inrae.fr 02 23 48 52 22

Directeur de thèse

Nom, prénom : Viaud, Valérie

Fonction : Directrice de Recherche

Date d'obtention de l'HDR : 2020

Employeur : INRAE

Taux d'encadrement doctoral dans le présent sujet : 40 %

Taux d'encadrement doctoral en cours (directions et co-directions) (%) : 160 %

Nombre de directions/co-directions de thèse en cours : 2 directions

Co-directeur (le cas échéant)

Nom, prénom :

Fonction :

Date d'obtention de l'HDR :

Employeur :

École doctorale de rattachement :

Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet :

Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) (%) :

Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours :

Co-encadrant de thèse 1 (le cas échéant)

Nom, prénom : Flechard, Christophe

Fonction : Chargé de Recherche

Titulaire de l'HDR : ☐ oui ☒ non Si oui, date d'obtention de l'HDR :

[1] **Dans l'ED EGAAL, si 1 scientifique dans la direction de la thèse = 100% d'encadrement doctoral ; si 2 personnes impliquées dans la direction de la thèse = entre 50% et 70% d'encadrement doctoral pour l'HDR directeur ; si 3 personnes impliquées dans l'encadrement de la thèse : répartition :40% - 30% - 30% de l'encadrement doctoral.**

Employeur : INRAE

École doctorale de rattachement : EGAAL

Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet : 30%

Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) (%) : 0%

Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours : 0

Co-encadrant de thèse 2 (le cas échéant)

Nom, prénom : Graux, Anne-Isabelle

Fonction : Chargée de Recherche

Titulaire de l'HDR : ☐ oui ☒ non Si oui, date d'obtention de l'HDR :

Employeur : INRAE

École doctorale de rattachement : EGAAL

Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet : 30%

Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) (%) : 0%

Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours : 0

Partenaire privé (si financement CIFRE, privé,…)

Nom, prénom :

Fonction :

Entreprise :

Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet :

Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) (%) :

Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours :

Partenaire international (si thèse en co-tutelle)

Nom, prénom :

Fonction :

Employeur :

Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet :

Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) (%) :

Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours :

Devenir des anciens doctorants du directeur et co-directeur(s)/co-encadrant(s) de thèse (depuis 5 ans)

Compléter les informations suivantes pour chaque ancien doctorant

Nom, prénom : Bell, Michael

DOCTORAT ECOLOGIE
BRETAGNE GEOSCIENCES
LOIRE AGRONOMIE ALIMENTATION

Date de début et de fin de thèse : 2014-2017

Direction de thèse : Benjamin Loubet, INRAE, UMR ECOSYS Grignon

Emploi actuel, lieu : Consultant en pollution atmosphérique, Glasgow, Grande Bretagne

Contrat (post-doc, CDD, CDI) : CDI

Liste des publications issues de ce travail de thèse :

Bell M., Flechard C., Fauvel Y., Hani C., Sintermann J., Jocher M., Menzi H., Hensen A., Neftel A. (2017). Ammonia emissions from a grazed field estimated by miniDOAS measurements and inverse dispersion modelling. Atmospheric Measurement Techniques, 10 (5), 1875-1892, https://dx.doi.org/10.5194/amt-10-1875-2017, https://hal.inrae.fr/hal-02629147

Bell M.W., Tang YS, Dragosits U., Flechard CR, Ward P, Braban CF (2016). Ammonia emissions from an anaerobic digestion plant estimated using atmospheric measurements and dispersion modelling. Waste Management 56: 113–124.

Sintermann, J., Dietrich, K., Häni, C., **Bell, M**., Jocher, M., and Neftel, A.: A miniDOAS instrument optimised for ammonia field measurements, Atmos. Meas. Tech., 9, 2721–2734, https://doi.org/10.5194/amt-9-2721-2016 , 2016.

Publications majeures des 5 dernières années du directeur de thèse et co-directeur(s)/co-encadrant(s) sur le sujet de thèse :

Souhar, O., Fauvel, Y., **Flechard, C.** (2022). Measuring and Modeling Atmospheric Ammonia from Agricultural Sources at a Landscape Scale. Environmental Engineering Science, https://doi.org/10.1089/ees.2021.0371 .

Puche N., Senapati N., **Flechard C**., Klumpp K., Kirschbaum M. U., Chabbi A. (2019). Modeling Carbon and Water Fluxes of Managed Grasslands: Comparing Flux Variability and Net Carbon Budgets between Grazed and Mowed Systems. Agronomy, 9 (4), 183, https://dx.doi.org/10.3390/agronomy9040183, https://hal.inrae.fr/hal-02101575

Bell M., **Flechard C**., Fauvel Y., Hani C., Sintermann J., Jocher M., Menzi H., Hensen A., Neftel A. (2017). Ammonia emissions from a grazed field estimated by miniDOAS measurements and inverse dispersion modelling. Atmospheric Measurement Techniques, 10 (5), 1875-1892, https://dx.doi.org/10.5194/amt-10-1875-2017, https://hal.inrae.fr/hal-02629147

Graux A.-I., Delaby L., Peyraud J.-L., Casellas E., Faverdin P., Le Bas C., Meillet A., Poméon T., Raynal H., Resmond R., Ripoche D., Ruget F., Therond O., Vertès F. (2017). Les prairies françaises : production, exportation d'azote et risques de lessivage. (INRA), 74 p., https://hal.inrae.fr/hal-01814120

Graux A.-I., Resmond R., Casellas E., Delaby L., Faverdin P., Le Bas C., Ripoche D., Ruget F., Therond O., Vertès F., Peyraud J.-L. (2020). High-resolution assessment of French grassland dry matter and nitrogen yields. European Journal of Agronomy, 112, 125952, https://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2019.125952, https://hal.inrae.fr/hal-02628325

Launay C., Constantin J., Chlebowski F., Houot S., **Graux** A.-I., Klumpp K., Martin R., Mary B., Pellerin S., Therond O. (2021). Estimating the carbon storage potential and greenhouse gas emissions of French arable cropland using high-resolution modeling. Global Change Biology, 27 (8), 1645-1661, https://dx.doi.org/10.1111/gcb.15512, https://hal.inrae.fr/hal-03128111

DOCTORAT ECOLOGIE
BRETAGNE GEOSCIENCES
LOIRE AGRONOMIE ALIMENTATION

FINANCEMENT DE LA THÈSE

Origine(s) du financement de la thèse : INRAE Dept AgroEcosystem (50%) ; Région Bretagne ARED (50%)
Salaire brut mensuel : 1975 EUR
État du financement de la thèse : Acquis
Date du début/durée du financement de la thèse : 2022 / 3 ans

Date : 17 Mai 2022

Nom, signature du directeur d'unité :

Christian Walter

Nom, signature du responsable de l'équipe :

Christophe Flechard

Nom, signature du directeur de thèse :

Valérie Viaud