

Proposition thèse : Déterminants agronomique et climatiques des flux de C, N et P dissous. Effets du couvert végétal et de l'apport de digestats de méthanisation.

Mots clés : sol, produits résiduaux organiques, qualité eau, stockage de carbone, couplage des cycles biogéochimiques.

Début thèse : 01/10/2021

Date de limite de candidature : 10/05/2021

Thèse proposée au laboratoire Géosciences Rennes (<https://geosciences.univ-rennes1.fr/>) dans l'équipe DIMENV (<https://geosciences.univ-rennes1.fr/dynamique-imagerie-et-modelisation-des-systemes-environnementaux-dimenvriscé>)

Encadrants : Emilie Jardé (emilie.jarde@univ-rennes1.fr 02 23 23 56 20), Gérard Gruau (gerard.gruau@univ-rennes1.fr), Anne Jaffrezic (anne.jaffrezic@agrocampus-ouest.fr)

Description du sujet :

Contexte socio-économique et scientifique

Plusieurs leviers peuvent être mis en œuvre pour gérer plus durablement les cycles biogéochimiques dans le cadre de la transition agro-écologique. Dans un contexte de polyculture élevage, ces leviers sont principalement i) l'amélioration du recyclage des nutriments azote (N) et phosphore (P) par une meilleure valorisation agronomique des produits résiduaux organiques (PRO), ii) l'implantation de couverts intermédiaires multiservices pour réduire la lixiviation des nitrates, stocker le carbone (C), limiter l'érosion, et réduire l'utilisation d'herbicides, et iii) la modification du travail du sol (travail superficiel ou simplifié) permettant de diminuer l'utilisation des énergies fossiles. La méthanisation est également un levier pour une valorisation énergétique des PRO et pour diminuer l'impact de l'agriculture sur les changements climatiques. Le recyclage de produits transformés, compost ou digestats de méthanisation, améliore les propriétés physiques des sols à court et long terme. Par contre l'effet des apports de ces PRO sur les pertes en carbone organique dissous (COD) et P dissous (Pdiss) est peu documenté et reste un verrou scientifique important en système de polyculture élevage, bien que ces éléments jouent un rôle déterminant dans les processus d'eutrophisation et le transport de polluants et impactent la santé des écosystèmes aquatiques continentaux et littoraux (Bol et al., 2018). Les résultats de ce projet contribueront à donner des références pour l'évaluation du service écosystémique de la qualité de l'eau. Mais ils pourront également être valorisés pour évaluer le stockage de carbone dans les horizons profonds des sols. En effet, des transferts de COD en profondeur mais qui ne rejoignent pas la nappe peuvent être évalués positivement car ils contribuent au stockage de carbone dans les sols et augmente le service de régulation du climat.

Hypothèses et questions scientifiques : Ce projet de thèse a pour objectifs i) de décrire et analyser les interactions entre cycles C, N et P dans le cadre de la valorisation de digestat d'effluent d'élevage dans des dispositifs lysimétriques, ii) de connaître les processus relatifs à des étapes clés des cycles ; biodégradation et stabilisation des composés organiques, disponibilité en nutriment pour les cultures et quantification des émissions dissoutes C, N et P. Nous étudierons les variations saisonnières des ratio stoechiométriques C, N P en solution. La thèse s'appuiera sur des chroniques de mesure de la qualité de lixiviats acquises sur 10 ans sur le dispositif EFELE avec la modalité apport de digestat comparée à la référence lisier non traité. Ces objectifs généraux se déclinent à travers les questions de recherche ci-dessous :

Quel est le bilan interannuel (10 années) des flux de C et P stockés dans les horizons profonds du sol et émis vers les milieux aquatiques (nappe) pour la valorisation d'un digestat de lisier comparé à des fertilisations de référence (minérale, lisier, fumier, compost) ?

Les flux de COD et de P (organique et minéral) dans les horizons minéraux sont-ils contrôlés par la composition initiale des digestats de méthanisation ?

Quel est le rôle du couvert, du type de PRO et du climat dans la synchronie/asynchronie de C, N et P dissous et le contrôle des flux vers les horizons profonds ou la nappe ?

Principales étapes de la thèse et démarche : Ce projet s'appuie en premier lieu sur le dispositif lysimétrique EFELE du SOERE PRO en mobilisant les données déjà acquises (2014-2021) pour les éléments C, N et PO₄ dissous et les analyses qui seront acquises durant la thèse (2021-2024) qui incluront le P organique dissous.

La première étape consiste en la quantification des bilans CNP dissous et à l'interprétation des corrélations entre éléments. Les déterminants climatiques et agronomiques (couvert hivernal et type de pro) contrôlant les flux seront étudiés par une approche statistique.

La deuxième étape est la réalisation de l'expérimentation en conditions contrôlée de l'effet de la composition du digestat de méthanisation sur les flux, la composition moléculaire des MOD et la stoechiométrie CNP en solution. La troisième étape est d'étudier l'interaction sol – plante pour comprendre les processus qui contrôlent la présence/absence de nitrate, COD et PO₄ dans la solution du sol en focalisant sur la rhizosphère puisque le couvert semble mobiliser un pool plus ou moins lixiviable du sol.

La dernière étape sera l'étude des données acquises dans un autre contexte pédoclimatique sur un sol identique et des PRO semblables mais en se recentrant sur minéral/lisier/fumier (Canada). La démarche sera d'étudier les déterminants agronomiques et climatiques de i) la variabilité interannuelle des flux dissous, ii) la variabilité intra-annuelle des flux et concentrations du COD, NO₃, PO₄ et des rapports stoechiométriques C,N,P en solution à 40 cm.

Approches méthodologiques et techniques envisagées : Ce projet s'appuie en premier lieu sur le dispositif lysimétrique EFELE du SOERE PRO en mobilisant les données déjà acquises (2014-2021) pour les éléments C, N et PO₄ dissous et les analyses qui seront acquises durant la thèse (2021-2024) qui incluront le P organique dissous. La composition moléculaire des matières organiques dissoutes (MOD) sera étudiée par thermochimie couplée à un chromatographe en phase gazeuse et un spectromètre de masse. Cette méthode permet l'identification d'une centaine de molécules cibles appartenant aux familles des lignines et tannins (origine végétale), des polysaccharides (origine végétale et microbienne), des cutines et subérines (origine végétale) et des acides gras phospholipidiques (origine microbienne). L'étude de la biogéochimie des MOD via cette méthode est un savoir-faire reconnu développé à Géosciences Rennes. Les MOD des lixiviats ont été caractérisées par des méthodes spectrophotométriques (UV et fluorescence 3D) depuis 2014. Ces mesures, en complément de test de biodégradabilité, contribueront à évaluer la réactivité des matières organiques dissoutes. De plus, nous réaliserons des expérimentations contrôlées sur des lysimètres plus petits, du dispositif lysimétrique du GIS Apivale. Ces lysimètres ouverts permettront i) d'étudier plus finement la rhizosphère et les gradients de pH et de nutriments sous couvert de blé et de moutarde ii) de tester plusieurs types de digestats.

Compétences scientifiques et techniques requises pour le candidat : Le projet est à l'interface de plusieurs disciplines (sciences du sol, biogéochimie, chimie analytique, chimie de l'environnement, géosciences, agronomie). Il requiert des compétences en traitement de données (statistiques) et la mise en œuvre d'analyse chimiques en laboratoire pour la caractérisation de la composition des matières organiques dissoutes. Une première expérience en modélisation sera un plus.

Modalités de candidature : Les candidatures se font en ligne sur le site de l'école doctorale EGAAL (https://ed-egaal.doctorat-bretagne.fr/fr/5_candidater-une-these-de-led-egaal) après contacts avec les encadrants de thèse. Les documents à fournir sont :

Un curriculum vitae détaillé (parcours universitaire et expériences de recherche)

Les relevés de notes obtenus au cours du M1 et M2 ou équivalence

Le classement en M1 et M2

Une lettre de motivation

Les résumés des travaux réalisés en master (sauf clause de confidentialité)

Une attestation d'absence de classement par le responsable de la formation pour les formations au niveau Master pour lesquelles il n'y a pas de classement. Dans ce cas, ce responsable précise la moyenne générale du candidat et celle de la promotion.