

Effet des apports d'azote sur les activités enzymatiques et le recyclage des nutriments dans des sols sous gestion contrastée

Offre de stage de Master 2

Encadrement : Nicolas Fanin (INRAE) et Laurent Augusto (INRAE).

Mots clefs : Azote (N), Cycles biogéochimiques, Activités enzymatiques, Microbiologie des sols, Efficacité d'utilisation des nutriments, Gestion des écosystèmes, Biogéochimie du sol

Contexte : Les pratiques de gestion agricoles et forestières modifient profondément le fonctionnement des sols. En particulier, les apports contrastés en nutriments, et notamment en azote issus de différents types de management (fertilisation minérale, apports de matière organique, légumineuses, etc.), influencent le couplage entre cycles biogéochimiques ainsi que l'efficacité d'utilisation des nutriments par les microorganismes et les plantes. Cependant, l'ampleur et la variabilité de ces effets dépendent des conditions pédoclimatiques initiales, des propriétés physico-chimiques des sols et des pratiques de gestion à long terme, et restent encore insuffisamment caractérisées. En particulier, il manque des données comparatives couvrant plusieurs types d'écosystèmes et des suivis de dispositifs à long terme permettant de relier les activités enzymatiques du sol à la disponibilité en nutriments selon les différents modes de gestion. Ce stage s'inscrit dans le cadre du projet **CANETE** dans le cadre du programme **FairCarboN**, qui vise à comparer les effets de pratiques de gestion contrastées sur l'efficience d'utilisation des nutriments dans une diversité d'écosystèmes (**Table 1**) : grandes cultures, prairies permanentes ou temporaires, agroforesterie et plantations forestières. L'étudiant.e se concentrera spécifiquement sur la comparaison des activités enzymatiques dans des sols ayant reçu ou non un apport d'azote via différents modes de gestion, en utilisant les échantillons collectés sur les horizons de surface (0-15 cm et 15-30 cm).

Table 1 - Sols à analyser dans le cadre du projet de Master 2

Site	Localisation / Écosystème	Traitements / Pratiques	Type de sol
ACBB, Estrées-Mons	Grandes cultures	Fertilisation réduite + légumineuses (T5) vs. conventionnel (T1)	Haplic Luvisol, limons fins
CA-SYS, Époisses	Grandes cultures sans phytosanitaires	No fertilisation + légumineuses (TS2) vs. fertilisation conventionnelle (TS1)	Eutric Cambisol, argileux
Qualiagro, Feucherolles	Grandes cultures avec amendements organiques	No fertilisation + légumineuses (FUM-LEG) vs. amendement organique (FUM-PRO)	Luvisol, limons argileux
ACBB, Lusignan	Grandes cultures + prairies temporaires	Rotation de cultures annuelles (3 ans) puis prairie (6 ans) fertilisées (T3) vs. rotation de cultures annuelles fertilisées (T1)	Cambisol, limons argileux
ACBB, Laqueuille	Prairies permanentes pâturées	Pâturage extensif vs. intensif + fertilisation	Andosol, argile limoneuse
ACBB, Theix	Prairies permanentes fauchées	Fauche sans fertilisation N vs. fauche fertilisée	Cambisol, limon argilo-sableux
Agro-TCR, La Bouzule	Agroforesterie / prairies temporaires	Prairie temporaire vs. agroforesterie (arbre légumineuse+ prairie)	Vertic Stagnic Cambisol, argileux
XyloSylve, Pierrotin	Forêts plantées	Pins maritimes basse densité + légumineuses vs. plantation dense sans fertilisation	Podzol, sable grossier
Breuil-Chenue	Forêts plantées	Hêtres vs. Douglas (forte nitrification)	Alocrisol, sableux

Objectifs : L'objectif principal du stage est d'évaluer comment la disponibilité en azote et ses différentes formes influence les activités enzymatiques impliquées dans le recyclage des éléments. Le stagiaire explorera si les pratiques qui augmentent la disponibilité en N modifient l'intensité des activités enzymatiques liées aux cycles CNP. Les analyses permettront également de déterminer si l'effet des apports azotés sur ces activités est homogène ou variable selon les sites et les types de gestion, en tenant compte des contraintes locales en nutriments et du type de sol. Les analyses seront réalisées au laboratoire ISPA et porteront sur les enzymes clés impliquées dans les cycles du C, N et P. Les résultats seront interprétés en les croisant avec les caractéristiques physico-chimiques des sols et les informations sur les traitements de gestion à long terme pour identifier les réponses spécifiques aux différents contextes pédoclimatiques et types d'écosystèmes. Le stage combinera travail de laboratoire, analyses de données, interprétation et restitution des résultats scientifiques. Il offrira à l'étudiant·e l'opportunité d'acquérir des compétences en écologie microbienne, en biogéochimie des sols et en écologie fonctionnelle, tout en intégrant des approches expérimentales et analytiques pour comprendre comment la gestion des écosystèmes et la disponibilité en azote (N) influencent le fonctionnement des sols. Les objectifs principaux seront : (i) mesurer et comparer les activités enzymatiques liées dans des sols prélevés sous différents traitements contrastés en apport azoté, (ii) relier ces mesures à des données complémentaires de propriétés physico-chimiques des sols afin d'identifier les mécanismes contrôlant les limitations nutritionnelles des microorganismes, (iii) évaluer si les différences de pratiques de gestion et de conditions pédoclimatiques conduisent des patterns de réponses contrastés ou si à l'inverse un pattern commun émerge inter-écosystème, iv) restituer et discuter les résultats au sein du projet CANETE.

Localisation et encadrement : L'étudiant.e travaillera au sein de l'UMR ISPA (Interaction Sol-Plante-Atmosphère) du centre INRAE Nouvelle-Aquitaine basé à Villenave d'Ornon (France), sous la direction de Nicolas Fanin et Laurent Augusto. Il·elle aura également l'occasion d'interagir avec les ingénieurs et techniciens de l'équipe BIONUT pour la réalisation technique des analyses en laboratoire. L'indemnité mensuelle est d'environ 650€/mois financé par le PEPR Forest (tarif réglementé stagiaire pour 35h/semaine de janvier à juin 2026). Hébergement conseillé : chambre en cité université (demande à faire auprès du CROUS) ou logement en ville à rechercher (Bordeaux Sud, Bègles, Pessac, Talence ou Villenave d'Ornon).

Compétences requises : Ce stage s'adresse à un.e étudiant.e motivé.e par l'écologie fonctionnelle, l'écologie microbienne et/ou le fonctionnement des écosystèmes terrestres, en particulier le sol. Il y aura une forte composante en laboratoire, de ce fait des compétences en analyse biologique et/ou biochimiques seront appréciées. Il·elle travaillera en conditions contrôlées sur des échantillons déjà récoltés sur le terrain en 2025. Les données recueillies au cours de l'expérience seront confrontées aux résultats obtenus par d'autres membres de l'équipe sur des échantillons provenant de sols semblables (landais, même traitement de fertilisation etc). De bonnes capacités rédactionnelles et de communications en français et anglais seront un plus.

Contact : Nicolas Fanin - nicolas.fanin@inrae.fr (05.57.12.25.16) et Laurent Augusto - laurent.augusto@inrae.fr

Envoyer CV et lettre de motivation avant le 21/11/2025.

