

CONTRAT CDD 20 MOIS

Modélisation de l'évolution des cycles biogéochimiques et de la fertilité chimique des sols forestiers du réseau Renecofor

Description de l'emploi

Contexte

De nombreux écosystèmes forestiers métropolitains sont développés sur des sols acides et pauvres en nutriments. Les dépôts atmosphériques acides (N et S) élevés durant la seconde moitié du XX^{ème} siècle ont considérablement accéléré l'acidification des sols et des eaux de surface, entraînant dans de nombreux cas une dégradation de la fertilité des sols et des dépérissements forestiers. Depuis les années 1980, ces dépôts atmosphériques acides ont fortement évolué, avec une diminution importante des apports de soufre et en moindre mesure d'azote, accompagnée parfois d'une diminution des apports de cations nutritifs (calcium, magnésium et potassium). Il est aujourd'hui important de quantifier l'évolution de la fertilité chimique des écosystèmes forestiers métropolitains en réponse à ces changements et de comprendre les processus en jeu afin d'assurer une gestion durable de ces forêts.

Objectif

L'objectif général est d'analyser les processus et les différents drivers responsables des évolutions de fertilité chimique de 9 sites forestiers métropolitains (voir matériel et méthodes), afin d'améliorer notre compréhension de leur fonctionnement biogéochimique. Une première approche possible pour estimer l'évolution de la fertilité chimique consiste à échantillonner les sols à deux dates suffisamment éloignées dans le temps, puis à estimer la variation temporelle de leurs stocks en éléments biodisponibles. Une seconde approche consiste à calculer un bilan de masse « entrées-sorties », qui correspond à la différence entre les flux de nutriments entrants et sortants des sols pendant une période d'une décennie ou plus. Une étude récente conduite sur ces 9 sites a montré des divergences entre les résultats obtenus par les bilans « entrée-sorties » et par la méthode de rééchantillonnage des sols. Un des sous-objectifs du projet consistera donc à identifier les causes des divergences entre ces deux approches. Pour cela, le projet se basera notamment sur une approche holistique de modélisation numérique des cycles biogéochimiques des éléments majeurs (N, Ca, Mg, K, S, Al, Si, P, etc.), en s'appuyant sur un modèle existant développé au sein de l'unité BEF.

Matériel et méthodes

RENECOFOR¹ est le réseau national français (niveau II du programme européen ICP Forests) de suivi à long terme des écosystèmes forestiers. Sa création en 1992 par l'ONF fait suite aux engagements de la France pour contribuer au suivi international des impacts des pollutions atmosphériques sur les forêts. Sa mission est de détecter d'éventuels changements dans le fonctionnement des écosystèmes forestiers et de mieux comprendre les raisons de ces changements. Il est constitué d'une centaine de sites permanents où la forêt est observée dans ses différentes composantes : les arbres, le sol, l'atmosphère et la diversité végétale.

Ce projet s'appuiera sur plusieurs placettes permanentes niveau III du réseau RENECOFOR (EPC08, EPC87, HET30, PS67A, SP38, SP57, CHS41, CPS77) et sur le site atelier très fortement instrumenté de Breuil-Chenue². Ces dispositifs expérimentaux *in situ* sont bien documentés et un monitoring environnemental a été réalisé sur les 20-25 dernières années (solution dans l'écosystème, chute de litières, feuilles vertes, sol et humus...). Outre les outils classiques utilisés en biogéochimie environnementale, le modèle biogéochimique NutsFor³ sera utilisé : il s'agit d'un modèle mécaniste qui intègre les différents processus impliqués dans les cycles biogéochimiques des écosystèmes forestiers (dépôts atmosphériques, décomposition de la matière organique, échanges entre la

¹ <http://www1.onf.fr/renecofor>

² <https://www.anaee-france.fr/service/experimentation-in-natura/foret/breuil/>

³ van der Heijden, G., S. Belyazid, E. Dambrine, J. Ranger and A. Legout (2017). "NutsFor a process-oriented model to simulate nutrient and isotope tracer cycling in forest ecosystems." *Environmental Modelling & Software* 95: 365-380.

phase solide et liquide dans le sol, prélèvement par les arbres, altération, etc.). Ce modèle permet de simuler la circulation des éléments majeurs (N, S, P, Ca, Mg, K, Na, Cl, Al, etc.) entre les différents compartiments de l'écosystème (atmosphère, phases minérales et organiques du sol, solution du sol, biomasse forestière).

Missions confiées

Des travaux récents conduits sur les différents sites mentionnés ci-dessus ont permis une estimation des différents flux biogéochimiques contribuant notamment aux bilans entrées – sorties : altération des minéraux du sol, dépôts atmosphériques, prélèvement par la biomasse arborée, pertes par drainage, ainsi que le retour au sol via la chute litières (non intégré au calcul de bilans).

1. Une première mission consistera à re-analyser l'ensemble de ces flux biogéochimiques en détail et de nouvelles estimations seront éventuellement réalisées. Les stocks d'éléments échangeables, les solutions de sols et leur évolution temporelle seront confrontés aux flux biogéochimiques, pour tenter d'appréhender les processus en jeu et les drivers des évolutions observées.
2. La deuxième mission consistera à modéliser les différents réservoirs et flux de nutriments dans ces écosystèmes. La modélisation devrait permettre de :
 - i) identifier et tester différentes hypothèses pouvant expliquer les divergences entre les approches (e.g. prélèvement racinaire profond, contribution des éléments grossiers au flux d'altération, réservoirs biodisponibles autres que les pools échangeables de cations, etc.) ;
 - ii) identifier les flux ou réservoirs, d'une part incorrectement représentés dans le modèle (et de contribuer à améliorer leur représentation dans le modèle) et d'autre part ceux méconnus ou mal-quantifiés par les approches conventionnelles de diagnostic de fertilité du sol (et proposer des approches permettant de réaliser ou d'améliorer ces quantifications) ;
 - iii) identifier les différents types de fonctionnement biogéochimique des écosystèmes forestiers en fonction de paramètres environnementaux (climat, sol, dépôts...), afin d'aider la gestion et les politiques forestières à adapter la sylviculture et les prélèvements de biomasse en fonction du contexte local.

Compétences recherchées

Formation requise : doctorat en sciences du sol, biogéochimie ou géochimie

Compétences et expériences : cycles biogéochimiques, science du sol (une expérience en milieu forestier serait un plus). S'agissant ici un projet basé sur l'utilisation d'un modèle numérique existant, une compétence/expérience en utilisation et/ou en développement de modèles n'est pas un prérequis mais serait un plus. Maîtrise des statistiques, capacité à rédiger et à publier en français et en anglais.

Situation administrative

Statut : contrat de travail à durée déterminée (CDD) de 20 mois, début de contrat septembre-octobre 2024.
Financement : ONF (Convention de recherche ONF INRAE 2023-2026. Modélisation de l'évolution de l'équilibre biogéochimique des sols forestiers du réseau Renecofor).

Salaire brut indicatif : 3135€ à 3559 € brut mensuel indicatif, suivant la grille statutaire de l'INRAE (fonction de l'expérience antérieure).

Structure d'accueil : UR 1138-Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers, INRAE Centre Grand-Est Nancy, 54280 Champenoux, France.

Dépôt de candidature

Pour candidater, envoyer avant le **01/06/2024** une lettre de motivation, un curriculum vitae, une liste des productions scientifiques et une copie des diplômes à arnaud.legout@inrae.fr et gregory.van-der-heijden@inrae.fr. Les personnes référentes pour cet emploi sont :

Legout Arnaud, INRAE arnaud.legout@inrae.fr 03 83 39 40 73	Gregory Van-Der-Heijden gregory.van-der-heijden@inrae.fr 03 83 39 73 40
--	---