



ED 398 Géosciences, Ressources Naturelles et Environnement

Proposition de sujet de thèse pour la rentrée universitaire 2021-2022

Transformations de la matière organique du sol par les champignons, approche expérimentale

Adresse courriel du contact scientifique : Thanh-thuy.Nguyen_tu@upmc.fr

Description du projet de thèse :

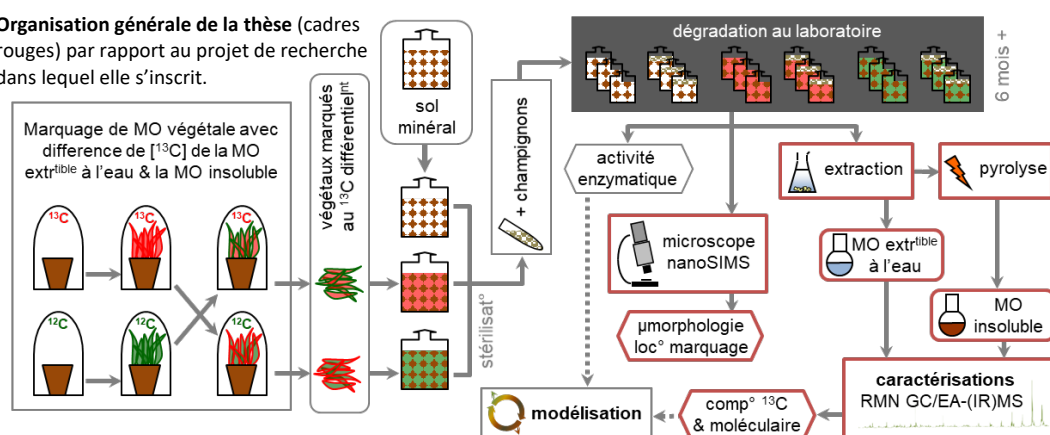
Ce projet de thèse s'intéresse à un compartiment clef du cycle biogéochimique du carbone : la matière organique (MO) des sols. Bien que la séquestration de MO dans les sols constitue l'un des mécanismes pouvant contribuer à réduire la teneur en CO₂ atmosphérique (en limitant ses apports), **les transformations subies par la MO dans les sols au cours de la biodégradation sont encore mal connues**. Cette thèse vise à préciser le rôle des champignons du sol sur les transformations moléculaires que subit la MO végétale. En identifiant quelles molécules végétales les champignons utilisent pour synthétiser quelles molécules fongiques, ces travaux devraient contribuer à déterminer les conditions optimales pour séquestrer du carbone organique dans les sols, et ainsi indirectement réduire les teneurs en CO₂ atmosphériques.

La thèse est basée sur **une expérience, au laboratoire, de dégradation de MO végétale par des champignons spécifiques du sol**. Les échantillons prélevés tout au long de l'expérience seront caractérisés selon une **approche pluridisciplinaire (microscopique, microbiologique, géochimique, isotopique)** en séparant les molécules selon leur propriétés chimiques. Il s'agira notamment de distinguer la fraction extractible à l'eau, riche en molécules facilement utilisable par les microorganismes du sol (sucres simples par exemple), de la fraction insoluble (lignine, cellulose par exemple) qui requière des mécanismes complexes de dégradation avant de pouvoir être utilisés. **Un dispositif original de marquage de la MO au ¹³C permettra de suivre les transformations moléculaires subies par chacune de ces fractions et de tracer dans quelles structures fongiques elles s'intègrent aussi bien d'un point de vue chimique que (micro)morphologique**. L'approche pluridisciplinaire adoptée conduira à **faire, pour la première fois, le lien entre les différents stades de développement morphologique du champignon, la succession des enzymes de dégradation employées et les transformations moléculaires subies par les principales fractions chimiques de la MO**.

Ce projet de thèse s'inscrit dans un projet de recherche plus vaste (financement CNRS EC2Co) dont les premières étapes ont été réalisées en 2020-2021. L'expérience de dégradation est actuellement en cours au laboratoire et les activités enzymatiques du champignon sont régulièrement dosées. **Le doctorant effectuera les observations microscopiques et caractérisations biogéochimiques des échantillons**. Les observations et caractérisations isotopiques microscopiques permettront de tracer le ¹³C issu des principales fractions chimiques de la MO végétale, dans les différentes microstructures du champignon. Les différentes fractions chimiques de la MO seront ensuite isolées et leur analyse isotopique permettra de déterminer leur taux d'incorporation du carbone marqué. La caractérisation chimique de la MO extractible à l'eau et de la MO insoluble permettra l'identification de leurs constituants

moléculaires et l'analyse isotopique des principaux constituants de ces fractions permettra d'évaluer leur taux d'incorporation du ¹³C, et ainsi, d'identifier les molécules végétales sources à l'origine des constituants fongiques et des MO stabilisées dans le sol.

Organisation générale de la thèse (cadres rouges) par rapport au projet de recherche dans lequel elle s'inscrit.



Fungi-induced transformations of soil organic matter, experimental approach

This PhD project deals with soil organic matter (OM), a key pool in the biogeochemical cycle of carbon. Although the sequestration of OM in soils can contribute to reduce atmospheric CO₂ levels (by lowering its income), the transformations undergone by OM in soils through biodegradation are poorly documented. This project thus aims at better understanding the transformations of plant OM induced by soil fungi, and its further integration into soil OM. By identifying which plant constituents are used to synthesize which fungal compounds that will be further preserved as which molecular constituent of soil OM, this project will help in determining the best options for organic carbon sequestration in soils and, in turn, in reducing atmospheric CO₂ levels.

This project is based on a laboratory experiment in which plant OM is degraded by soil fungi. Samples regularly taken along the experiment will be characterized by a multidisciplinary approach (microscopy, microbiology, geochemistry, isotopy), analyzing separately soil constituents with contrasted chemical properties. Water extractable compounds that are dominated by small molecules easily degradable by fungi (small sugars for example) will be studied separately from insoluble OM (lignin, cellulose for example) that requires complex mechanisms to be metabolized by fungi. Thanks to a specific ¹³C-labelling of the plant OM used in the experiment, the fate of these two chemical fraction will be monitored so as to trace in which chemical and (micro)morphological structures they are integrated by fungi. This multidisciplinary PhD project should thus lead to (better) characterize the biological, chemical and physical dynamics associated with the metabolism of plant OM by soil fungi. The project should further reveal potential (de)coupling linking these different dynamics that are generally studied separately.

Compétences et connaissances requises

Culture générale scientifique (géosciences, biologie et/ou chimie) avec appétence pour les sciences de l'environnement, goût pour le travail expérimental au laboratoire

Prequisite skills and knowledge

General scientific culture (geosciences, biology and/or chemistry) with interest in environmental sciences, inclination for laboratory experimental work

6. Conditions matérielles de réalisation du projet de recherche

Ce projet sollicite-t-il un contrat doctoral SU via l'ED : **Oui**

Financements spécifiques obtenus pour le projet : **Oui**, si oui lesquels ? **CNRS-INSU-EC2CO**

Financement des missions nécessaires pour la réalisation du projet : **Oui**, si oui lesquels et pour quelles missions ? **participation à des congrès**

Accès à des bases de données spécifiques : **Non**, si oui lesquelles ?

Accès à des ressources documentaires spécifiques : **Non**, si oui lesquelles ?

Accès à des plateformes : **Oui**, si oui lesquels ? **GEORG, ALYSES et NANO-SIMS (OSU Ecce Terra)**

Accès à des grands instruments : **Non**, si oui lesquels ?

Autres :

7. Précisions sur les objectifs de valorisation des travaux issus du projet de recherche : [champ libre]

Revues : Soil Biology & Biochemistry, Geoderma, Organic Geochemistry, Geochimica et Cosmochimica Acta

Colloques : Soil Organic Matter, Joint European Stable Isotope User Meeting,

International Meeting in Organic Geochemistry

Visa de la Direction de l'Unité



Commentaires éventuels :

Ce projet de doctorat, qui vise à mieux comprendre un des facteurs majeurs de la dégradation de la matière organique dans les sols (le rôle des champignons), s'appuie sur une série d'expérimentations en mésocosme qui permettent de suivre l'évolution de la matière organique et des biomasses pour qualifier et quantifier l'effet de la présence de champignons. Ces expérimentations sont en cours au laboratoire et fournissent déjà un matériel de très grande qualité (données déjà acquises, échantillons collectés en vue d'analyses approfondies) pour le développement du travail doctoral dans d'excellentes conditions.