

# **Proposition de stage de M2 RECHERCHE**

## **Année 2015/2016**

**Titre du stage :** Vers l'identification de proxys de la qualité écologique des sols : mise au point d'un proxy de la qualité organique des sols

**Laboratoire d'accueil :** Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement (iEES Paris), sites de Grignon (campus AgroParisTech) et Jussieu (Université Pierre et Marie Curie).

**Responsables du stage :**

Nom : Abbadie ; Tél : 01 44 27 39 50 ; Courriel : [luc.abbadie@upmc.fr](mailto:luc.abbadie@upmc.fr)

Nom : Nunan ; Tél : 01 30 81 55 23 ; Courriel : [naoise.nunan@grignon.inra.fr](mailto:naoise.nunan@grignon.inra.fr)

Nom : Foti ; Tél : 01 83 65 40 35 ; Courriel : [ludovic.foti@etu.upmc.fr](mailto:ludovic.foti@etu.upmc.fr)

**Références dans le domaine :** Herrmann et al., 2014. Isothermal Microcalorimetry Provides New Insight into Terrestrial Carbon Cycling. *Environmental Science & Technology* 48, 4344–4352 ; LaRowe, D.E., Van Cappellen, P., 2011. Degradation of natural organic matter: a thermodynamic analysis. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 75, 2030-2042 ; A.F. Plante et al., 2009. Application of thermal analysis techniques in soil science. *Geoderma*, 153,1–10 ; Winding et al., 2005. The use of microorganism in ecological soil classification and assessment concepts. *Ecotox. Environ. Safe.* 62, 230-248 ; Körschens, M., 2006. The importance of long-term field experiments for soil science and environmental research- a review. *Plant Soil Environ.* 52, 1-8.

**Description du stage :**

**Contexte**

L'évaluation de la qualité des écosystèmes est un objectif de plus en plus fréquemment évoqué dans le cadre des projets de restauration de milieux dégradés, de mise en œuvre de la compensation écologique ou de l'application de directives européennes comme la Directive cadre sur l'eau. Les indicateurs utilisés pour rendre compte de la qualité sont souvent définis par rapport à l'usage qui sera fait de l'écosystème : ils véhiculent donc une vision particulière de l'écosystème, valable à un moment donné et dans un contexte social donné.

Une autre voie est l'évaluation de la qualité des écosystèmes indépendamment d'un usage prédéterminé ou, en d'autres termes, en fonction d'usages potentiels diversifiés. Les indicateurs de la qualité devraient alors rendre compte de la capacité des écosystèmes à emprunter des trajectoires alternatives, durables car évolutives.

Le laboratoire d'accueil, l'Institut d'écologie et des sciences de l'environnement de Paris, mène divers travaux autour de cette problématique, notamment en milieu urbain. Une partie des recherches est conduite sur l'objet sol pour lequel plusieurs équipes disposent d'une compétence ancienne et reconnue. Le sol, vu comme un écosystème, a été choisi comme objet préférentiel sur lequel est testé et concrétisé le concept de qualité des écosystèmes.

**Problématique**

La qualité du sol peut-être définie comme étant la capacité d'un sol à maintenir un fonctionnement écologique et biogéochimique durablement, dans le contexte de changements environnementaux ou d'usages variés. Le fonctionnement écologique et biogéochimique des sols dépend d'un grand nombre de paramètres physiques, chimiques et biologiques soumis à des perturbations et des changements de conditions engendrés par l'érosion et des dégradations multiples.

Avec l'augmentation des pressions anthropiques sur les systèmes naturels, il existe une demande forte pour des indicateurs permettant l'identification rapide des effets négatifs de ces pressions et de la capacité des systèmes à y répondre. Dans le cas des sols, un grand nombre d'indicateurs ont été proposés (e.g. Winding et al., 2005). La teneur en matières organiques des sols (MOS) est reconnue comme étant l'indicateur le plus important car elle intègre les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols (Reeves, 1997) et conditionne en grande partie le fonctionnement des sols et des écosystèmes. Or, les variations de teneurs en matières organiques se font sur des temps très longs et sont donc difficilement détectables au laboratoire (Körschens, 2006). Par ailleurs, la quantité de matière organique ne dit rien sur la disponibilité de cette matière et sur sa capacité à entretenir l'activité des organismes vivants, et les effets potentiellement négatifs de changements de la qualité des MOS ne sont évidemment pas détectables par cette approche quantitative.

Un processus fondamental dans le fonctionnement des écosystèmes est le transfert d'énergie et d'éléments biogènes des plantes (production primaire) vers les communautés microbiennes (décomposeurs). Ce transfert se produit pour une bonne part à travers les MOS stockées dans les sols. Ce projet fait l'hypothèse que l'intensité de ce transfert d'énergie pourrait servir d'indicateur générique de la qualité des sols. Les variations du transfert d'énergie pourraient être approchées par la détection de différences dans les profils énergétiques des MOS.

L'analyse thermique des MOS permet d'obtenir des spectres thermiques (thermogrammes) qui sont caractéristiques de la structure moléculaire des MOS et des interactions entre les MOS et leur environnement physico-chimique, par exemple avec la matrice minérale des sols (Plante et al., 2009). La méthode, rapide et simple, permet de prendre en compte tout le continuum moléculaire des MOS, et pourrait donc servir d'indicateur du profil énergétique des MOS. Mais, l'interprétation des spectres thermiques est compliquée par le fait que de nombreuses interactions avec l'environnement physico-chimique engendrent des effets confondants entre cette structure moléculaire et les interactions avec les composantes physiques du sol (Plante et al., 2009). Il convient donc de comprendre comment les profils énergétiques des MOS sont reproduits dans les thermogrammes.

Afin de déterminer comment les perturbations se propagent dans l'écosystème, il est important de savoir comment le métabolisme microbien est affecté par des changements de profils énergétiques des matières organiques. Nous avons montré que la microcalorimétrie pouvait détecter de manière très fine des variations du métabolisme des communautés microbiennes du sol en réponse à des apports de substrats organiques de différentes qualités (Herrmann et al., 2014).

Les objectifs de ce stage, qui se déroulera dans le cadre du projet ANR Ecoville, sont de déterminer comment les profils thermiques sont corrélés avec les profils énergétiques théoriques des MOS et de déterminer comment le métabolisme des communautés microbiennes est affecté par des différences dans les profils énergétiques des intrants organiques.

#### **Méthodologie et démarche :**

Des extraits de matières organiques de sols sous différentes variétés de blé, forêts et pelouses seront analysés par HPLC-MC afin d'en déterminer leur composition moléculaire. À partir des spectres HPLC sera calculé le « Nominal Oxidation State of Carbon » (NOSC) afin de déterminer le potentiel énergétique des espèces moléculaires dont sont composées les matières organiques. Le NOSC est significativement corrélé avec l'énergie libre de Gibbs (LaRowe and Van Cappellen, 2011). Cette analyse nous donnera le profil énergétique théorique de la matière organique. Ces mêmes extraits seront alors ajoutés à des échantillons de sols afin de déterminer le lien entre profils énergétiques des MOS et métabolisme microbien. Ces sols enrichis par les extraits de MOS seront analysés par analyse thermique afin d'établir une correspondance entre profils énergétiques et thermogrammes. Afin de comprendre comment la fraction minérale des sols affecte ces relations, les extraits de MOS seront ajoutés à des argiles et analysés de la même manière.

#### **Possibilité de continuer en thèse :**

Ce stage peut se poursuivre par une thèse en cas d'obtention de financement (projet déposé pour financement ANR-Biodiversa)

#### **Inscription du stage dans un parcours Recherche d'EBE :**

Parcours Biodiversité et Fonctionnement des écosystèmes - Ingénierie écologique (BFI)