



Fractionation and Characterization of Fungal And Tree Biopolymers during forest MOS degradation

Responsable scientifique : Isabelle ZIEGLER-DEVIN, Laboratoire d'Etudes et de Recherche sur le Matériau Bois (LERMAB)

Partenaires Labex : François Maillard (PhD student), Marc Buée - UMR Interactions Arbres/Micro-organismes (IAM), Bernd Zeller - UR Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers (BEF), Nicolas Brosse (LERMAB),

Contexte — Les champignons constituent une large part de la biomasse contenue dans le sol des forêts (~ 60% de la biomasse microbienne des écosystèmes forestiers tempérés). Avec les champignons saprophytes, les espèces ectomycorhiziennes contribuent à la dégradation de la nécromasse végétale et fongique et ainsi au turn-over du carbone présent dans la matière organique du sol (MOS). Les mécanismes de dégradation des biopolymères constituant la nécromasse ainsi que leur constitution chimique durant ce processus sont peu connus à ce jour.

Objectifs — Une meilleure compréhension de la dynamique et de l'interaction entre la nécromasse et les champignons pourra améliorer les prédictions à long terme du stockage / déstockage du carbone dans les sols. Elle passe par une connaissance approfondie de la composition chimique de différentes fractions de la MOS ; ce qui permettra ensuite de comprendre comment cette composition peut influencer la vitesse de décomposition et/ou de stabilisation de la MOS.

Démarche — Les principaux constituants de la nécromasse (litière foliaire et biomasse microbienne, en particulier fongique) issue de deux sites différents (forêt de chênes) ont été fractionnés par des méthodes chimiques puis quantifiés principalement par des techniques de chromatographie (HPLC; SEC; HPAE/PAD). Parallèlement, des techniques de spectroscopie infrarouge (NIR/MIR) et des mesures d'activités microbiennes (dégradation des biopolymères) ont été utilisées pour caractériser également cette matière organique et sa dynamique de dégradation. Les résultats de spectroscopie infrarouge seront ensuite calibrés à partir des mesures de chromatographie.

Résultats marquants —

- Caractérisation chimique de litières et de la biomasse fongique :

Dans cette étude, la décomposition de deux litières de feuilles de chêne sessile (*Quercus petraea*) a été étudiée pendant deux ans. L'une est une litière indigène (Champenois-Lorraine), l'autre est importée (Breuil-Bourgogne), toutes deux se sont décomposées sur le même sol (Champenois-Lorraine). L'étude a montré que les deux litières présentent une composition chimique initiale et finale différente. La teneur en matières extractibles augmente irrégulièrement au cours des deux années, alors que la teneur en lignine est en constante augmentation, confirmant que ce polymère très récalcitrant à la dégradation. Enfin, la cinétique de la cellulose et des hémicelluloses est proche, alors que les hémicelluloses sont connues pour être plus faciles à décomposer. Cette observation peut contribuer à la présence de champignons capables de décomposer la cellulose dans la litière.

De plus, la quantification de la matière organique fongique a été réalisée par deux approches ciblant les lipides fongiques (ergostérols) et les parois (polymères de chitine) à partir de différents échantillons : culture fongique pure (*Postia placenta*), litières foliaires et bois en décomposition. L'extraction et le dosage d'ergostérols à partir de matrices naturelles restent les étapes les plus facilement réalisables en comparaison des extractions et dosages de chitines N-acétyl-glucosamine). Mais, cette dernière approche reste pertinente pour des couplages d'analyses quantitatives (HPLC) de la matière organique (nécromasse) fongique et des activités microbiennes de décomposition de ce substrat (N-acétylglucosaminidase).

- Relations entre les fractions des biopolymères et les activités microbiennes: applications écologiques

A partir d'échantillons environnementaux (litières foliaires, bois mort, sols) nous avons pu corrélérer positivement l'expression de différentes fonctions microbiennes, en particulier d'origines fongiques, avec la dégradation de biopolymères de plante ou l'accumulation de biomasse mycélienne. En particulier, l'augmentation des activités exo-chitinases est positivement corrélée à l'augmentation de biomasse fongique évaluée par le dosage des ergostérols. Par contre, les rapports cellulose-hémicellulose / lignine dans les litières foliaires diminue en relation directe avec l'augmentation de certains indicateurs fonctionnels microbiens, tels que les xylosidases.

Principales conclusions incluant des points-clés de discussion —

Des protocoles simplifiés d'extraction de marqueurs de matières organiques microbiennes (fongiques) ont été efficacement appliqués pour la quantification de la biomasse fongique dans des matrices environnementales complexes (bois mort et litières). Deux méthodes de dosage des biopolymères fongiques (chitine) ont été validés sur du matériel fongique issu de cultures pures, mais la faisabilité d'une telle approche sur un large nombre d'échantillons environnementaux semble comprise, compte tenu de la complexité des matrices étudiées.

Les analyses celluloses, hémicellulose et lignine sont aisément applicables à l'étude de la dégradation de la matière organique d'origine végétale et notre étude a permis de mettre en évidence un fort effet de la qualité chimique des litières foliaires dans les processus de dégradation de ces polymères.

Perspectives —

Le projet BioPolyMOS a permis d'établir de nouvelles interactions entre les unités LERMAB et IAM. Sur les bases de cette collaboration locale, un réseau plus large s'est constitué afin de construire un nouveau projet ciblant le rôle des microbes dans le stockage du carbone au sein des sols forestiers, à la fois comme constituant de ce stock de carbone (nécromasse microbienne potentiellement récalcitrante), mais aussi comme acteur de la décomposition et la respiration (production de CO₂) de la matière organique (pré-proposition à l'AAP-2019 ANR).

Valorisation —

✓ *Communication par poster a été réalisée à l'ED RP2E (prix du meilleur poster) :*

François Maillard, Isabelle Ziegler-Devin, Emmanuelle Morin, Valentin Leduc, Nicolas Brosse, Bernhard Zeller, Marc Buée. Transplantation de litières foliaires de chêne : réponses taxonomique et fonctionnelle des communautés fongiques associées à la décomposition. Séminaire de l'Ecole Doctorale RP2E, 2017.

✓ *Article en préparation :*

Maillard F, Ziegler-Devin I, Morin E, Leduc V, Brosse N, Zeller B, Buée M. Influence of oak litter chemistry on fungal functions and community structure during decomposition processes (in preparation).

Effet levier du projet — Le projet BioPolyMOS a permis d'établir de nouvelles interactions entre les unités LERMAB (Isabelle Ziegler-Devin et Nicolas Brosse) et IAM (Marc Buée). Cette nouvelle collaboration, sur les bases de cette structure locale, un réseau plus large s'est constitué afin de construire un nouveau projet ciblant le rôle des microbes dans le stockage du carbone au sein des sols forestiers (pré-proposition à l'AAP-2019 ANR).