



Biomass Removal Impact on soil Diversity, Geochemistry and tree Ecophysiology

Responsable scientifique : Marc Buée UMR Interactions Arbres Microorganismes (IAM)

Partenaires Labex : UR 1138 BEF ; UMR 1434 SILVA

Collaborations : L. Saint-André and B. Zeller, UR 1138 BEF – N. Bréda, D. Gérant, J. Levillain, P. Maillard and S. Ponton, C. Rathgeber UMR 1434 SILVA
F. Maillard (PhD student) UMR 1136 IAM –

Contexte —

Les résidus d'exploitation forestière sont les ressources renouvelables qui ont le potentiel de se substituer aux combustibles fossiles. Cependant, les résidus ligneux et la litière foliaire représentent également des habitats essentiels pour une grande variété d'organismes forestiers, et consécutivement une source de nutriments pour les organismes impliqués dans les services écosystémiques des forêts.

Objectifs —

Le projet BRIDGE vise à fournir des connaissances sur les conséquences de l'exploitation forestière (retrait des résidus / matière organique des sols -MOS) sur les services écosystémiques et leurs composantes, tels que la fertilité des sols, la disponibilité de l'eau, la diversité et le fonctionnement microbien du sol. L'originalité de ce projet est d'élargir les réponses physiologiques de l'arbre à son microbiome racinaire.

Démarche —

Par le couplage de la physiologie de l'arbre, de l'écologie microbienne, de la biogéochimie, et des approches de métagénomique, nous proposons une étude intégrée de la nutrition et la gestion des ressources par l'arbre et son microbiote racinaire en réponse aux perturbations naturelles et anthropiques. L'étude ciblait des indicateurs fonctionnels de l'arbre (hêtre et chêne) et du sol. Les échantillons ont été obtenus au sein du réseau MOS. Deux traitements ont été comparés : gestion conventionnelle de la hêtraie lorraine et exportation massive de biomasse (retrait de la MOS).

Résultats marquants —

- La dynamique temporelle des réserves carbonées et azotées chez l'arbre révèle de fortes variations et conversions des réserves (C) dans les racines fines du hêtre et du chêne. Un impact significatif de l'exportation de la MOS sur la mobilisation des sucres simples dans les racines fines a été également observé.

A court terme aucun effet significatif de l'exportation des rémanents et litières n'a été mesuré sur la croissance des arbres (diamètre des troncs).

- Si les propriétés du sol sont relativement peu impactées (diminution significative seulement pour le Phosphore et le CEC), les activités microbiennes étaient fortement et significativement réduites dans les parcelles de hêtres récoltées.
- L'étude des activités microbiennes impliquées dans la mobilisation des éléments du sol (carbone, azote et phosphore) montre une forte corrélation entre la teneur en matière organique (MO) initiale dans les sols et l'indice de dissimilarité euclidienne de ces activités enzymatiques, ou des résultats de CLPP (profils fonctionnels obtenus par des approches Biolog), dans la couche de sol de 0 à 5 cm.
- De plus, trois ans seulement après la mise en place des dispositifs d'exportation de la matière organique, les communautés bactériennes et fongiques diffèrent fortement en termes de composition entre les deux traitements (témoin versus retrait de la MO).
- Ces changements de profils d'activités et de compositions microbiennes suggèrent une capacité de dégradation des parois cellulaires microbiennes (chitine) par certains groupes de champignons. Des expériences contrôlées ont validé ces hypothèses.
- Des études complémentaires également ont permis de caractériser la succession des communautés microbiennes impliquées dans la dégradation des litières, et donc directement affectées par l'exportation de MO.

Principales conclusions incluant des points-clés de discussion —

L'exportation accrue de biomasse forestière impacte donc à court terme la diversité taxonomique et fonctionnelle des communautés fongiques et bactériennes telluriques. La quantité de matière organique initiale des sols permet d'expliquer la sensibilité du fonctionnement microbien au retrait de matière organique. Les sites présentant les sols les pauvres en matière organique sont les plus sensibles à l'exportation de biomasse.

Perspectives —

Une étude à plus long terme sur ce dispositif expérimental (réseau MOS) permettrait de valider certains indicateurs de perturbation et d'évaluer l'impact à moyen terme de ces traitements sur la physiologie et la croissance des arbres.

Valorisation —

• Articles publiés:

Maillard F., Leduc V., Bach C., Reichard A., Fauchery L., Saint-André Laurent., Zeller B., Buée M. (2019). *Soil microbial functions are affected by organic matter removal in temperate deciduous forest. Soil Biology and Biochemistry*, 133:28-36.

Maillard, F., Leduc, V., Bach, C., de Moraes Gonçalves, J. L., Androte, F. D., Saint-André, L., Laclau J-P., Buée M., Robin, A. (2018). *Microbial Enzymatic Activities and Community-Level Physiological Profiles (CLPP) in Subsoil Layers Are Altered by Harvest Residue Management Practices in a Tropical Eucalyptus grandis Plantation. Microbial ecology*, 1-6 (doi: 10.1007/s00248-018-1298-6).

Akroume E., Maillard F., Bach C., Hossann C., Brechet C., Angeli N., Zeller B., Saint-André L., Buée M. (2019). *First evidences that the ectomycorrhizal fungus Paxillus involutus mobilizes nitrogen and carbon from saprotrophic fungus necromass. Environmental microbiology*. 21: 197-208.

Maillard, F., Didion, M., Fauchery, L., Bach, C., and Buée, M. (2018). *N-Acetylglucosaminidase activity, a functional trait of chitin degradation, is regulated differentially within two orders of ectomycorrhizal fungi: Boletales and Agaricales. Mycorrhiza*. 28: 391-397.

• Articles en préparation :

Maillard F., Miyauchi S., Hossann C., Angeli N., Martin F., Buée M. *Chitin degradation by ectomycorrhizal fungi, genomic and functional evidence. In preparation for New Phytologist.*

Maillard F., Viotti C., Jerrai A., Leduc V., Truchot C., Bach C., Buée M., Gérant D. *Organic matter removal impact on tree physiology revealed by year-round monitoring of non-structural carbohydrates and nitrogenous compounds in the stem sapwood and fine roots of two lowland hardwood species. In preparation for New Phytologist*

Maillard F., Thebault E., Leduc V., Bach C., Reichard A., Fauchery L., Saint-André Laurent., Zeller B., Buée M. *Shift in bacterial and fungal community in response to organic matter removal in temperate deciduous forests. In preparation for Environmental Microbiology*

Maillard F., Ziegler-Devin I., Leduc V., Brosse N., Zeller B., Buée M. *A leaf litter transplantation experiment: litter origin more than degradation site impacts the associated fungal communities. In preparation for Fungal Ecology.*



• *Conférences / colloques*

Maillard F, Leduc V., Viotti C., Thebault E., Bach C., Morin E., Saint-André L., Zeller B., Gérard D., Buée M. Organic matter removal impacts forest microbial community and tree physiology. Functional Ecology Conference, Nancy Dec 10-13th 2018. Young researcher best presentation prize (communication orale).

Maillard F, Akroume E, Bach C, Didion M, Hossann C, Fauchery L, Angeli N, Zeller B, Saint-André L, Martin F and Buée M. Décomposition de la nécromasse fongique par les champignons ectomycorhiziens: rôles et fonctions potentiels dans la dépolymérisation de la chitine. Journées Francophones des Mycorrhizes, June 2018, Dunkerque, France. (communication orale)

Maillard F., Viotti C., Leduc V., Truchot C., Bach C., Gérard D., Buée M. Year-round monitoring of non-structural carbohydrates in the stem sapwood and ectomycorrhized fine roots of two lowland hardwood species. 41st New Phytologist Symposium: Plant sciences for the future, April 2018, Nancy, France (poster).

Maillard F, Didion M, Bach C, Morin E, Martin F, Buée M. Exo-chitinolytic activities: phylogenetic conservatism of a functional trait in the ectomycorrhizal fungi. 9th International Conference on Mycorrhizas, August 2017, Prague, Czech Republic. Best graduate student poster prize. (poster + short talk).

Akroume E*, Maillard F*, Bach C, Hossann C, Brechet C, Angeli N, Zeller B, Saint-André L, Buée M. Fungal necromass in soil forest: are ectomycorrhizal fungi scavengers? 9th International Conference on Mycorrhizas, August 2017, Prague, Czech Republic. (poster + short talk).

Maillard F., Ziegler I., Leduc V., Brosse N., Zeller B., Buée M. A leaf litter transplantation experiment: litter origin more than degradation site impacts the associated fungal communities. Annual day of the RP2E Doctoral School, October 2016, Nancy, France. Best graduate student poster prize. (poster)

Effet levier du projet

Le projet BRIDGE est un projet transdisciplinaire financé par le Labex ARBRE, qui a permis d'établir de nouvelles interactions entre les unités SILVA, BEF, et IAM. Par ailleurs, nous avons également impliqué d'autres collaborateurs locaux : Isabelle Ziegler-Devin et Nicolas Brosse (Lermab, Nancy). Cette nouvelle collaboration a facilité l'initiation d'un projet commun, également financé par le Labex (2017) et porté par I Ziegler-Devin (Biopolymos). Finalement, sur les bases de cette structure locale, un réseau plus large s'est constitué afin de soumettre un projet ANR avec les collègues du BEF, mais aussi de l'INRAE de Bordeaux (projet CARTON financé à partir de janvier 2020). Ce dernier projet impliquera également les collègues du Lermab.