

RÔLE DU SOUS-BOIS SUR LE FONCTIONNEMENT MICROBIEN DU SOL EN FORÊT

Thèse de Lucie **BON**¹

Analysée par Bernard **ROMAN-AMAT**²

Directeur de thèse : Laurent **AUGUSTO**, Directeur de recherche, INRAE Bordeaux.

Contexte et présentation de la thèse

Dans son travail, Lucie BON s'est intéressée à la dynamique du carbone du sol dans les pineraies de pin maritime du massif des Landes de Gascogne, sous l'effet de facteurs externes. Elle a analysé l'impact de deux techniques courantes de la sylviculture du pin maritime dans cette région : l'apport d'engrais phosphatés à la plantation et le broyage *in-situ* de la partie aérienne du sous-étage au rouleau landais pendant les premières années de vie de la plantation. Son travail s'est appuyé sur deux dispositifs expérimentaux de terrain installés en 2008 dans des plantations soumises à des conditions stationnelles contrastées : lande humide à molinie et lande sèche à éricacées. Trois facteurs ont été contrôlés dans ces expériences, dont deux prévus dès l'origine : le broyage ou non de la strate arbustive et le niveau de nutrition en phosphore ; le troisième facteur, ajouté en cours de thèse, concerne l'apport d'eau par la pluie en saison de végétation. L'analyse a porté sur l'effet de ces traitements sur les stocks de carbone aériens et souterrains et sur l'activité microbienne des sols appréhendée *via* la biomasse, les profils métaboliques et les activités d'enzymes impliquées dans la dégradation du carbone organique.

La thèse est organisée classiquement en cinq parties : une introduction qui présente l'état de l'art et les matériels et méthodes, trois chapitres de résultats, chacun sous la forme d'un article en anglais, une partie finale de discussion et conclusions. L'ensemble est bien rédigé et bien illustré.

Résultats

Le premier chapitre de résultats traite des effets de la fertilisation et de l'élimination du sous-bois sur les stocks aérien et souterrain de carbone.

¹ Thèse de doctorat préparée au sein du laboratoire « Interactions Sol Plante Atmosphère (ISPA) », UMR 1391, INRAE et Bordeaux Sciences Agro, dans le cadre de l'Ecole doctorale 304 « Sciences et environnements » et de sa spécialité « Biogéochimie et écosystèmes ». Elle a été présentée et soutenue le 11 décembre 2023.

² Membre de l'Académie d'agriculture de France, section 2 « Forêts et filière-bois ».

En lande humide, la fertilisation phosphatée apparaît comme la meilleure méthode pour augmenter la croissance des arbres, avec un effet limité sur les stocks de carbone du sol. L'élimination du sous-étage stimule aussi la croissance des arbres, mais dans une moindre mesure. L'activité enzymatique n'est affectée par aucun traitement. En lande sèche, la croissance des arbres ne réagit pas à la fertilisation phosphatée, tandis qu'elle augmente fortement après l'élimination du sous-étage. Cette élimination s'accompagne d'une diminution significative des stocks de carbone et de l'activité enzymatique en surface du sol (dans la couche 0-5 cm).

Les effets des pratiques sylvicoles dépendent donc fortement de la station : croissance des pins améliorée en lande humide principalement par la fertilisation, sans effet sur le carbone du sol, croissance des pins améliorée seulement par l'élimination du sous-étage en lande sèche avec un effet négatif sur le stockage de carbone en surface du sol.

Le deuxième chapitre de résultats explore, à l'échelle de la saison, l'effet de la suppression du sous-étage sur les paramètres physico-chimiques (humidité, température) et biotiques (biomasse microbienne et activité enzymatique) du sol. Pendant l'année allant de l'automne 2020 à l'été 2021 inclus, il compare les modalités avec et sans élimination du sous-étage des expériences citées ci-dessus. Un fort engorgement hivernal s'est produit, notamment en lande humide, pendant l'année d'observation.

La suppression du sous-étage n'a pas le même effet sur le microclimat du sol dans les deux stations. En lande sèche, elle diminue l'humidité et augmente la température toute l'année. En lande humide, elle diminue la température, mais seulement en hiver, et elle ne diminue l'humidité qu'en été.

La biomasse carbonée microbienne, et l'activité des enzymes liées au carbone du sol fluctuent peu en-dessous de 5 cm de profondeur. Dans la couche 0-5 cm, la suppression du sous-étage fait augmenter la biomasse carbonée en été en lande humide alors qu'elle la fait diminuer en lande sèche.

L'activité des enzymes liées au carbone est globalement peu sensible à la suppression du sous-étage, mais elle est diminuée en lande sèche en été et augmentée en hiver en lande humide.

En synthèse de ce chapitre, l'auteure souligne l'intérêt qu'il y aurait à distinguer les activités des bactéries et celles des champignons, notamment en période d'engorgement hydrique, pour mieux comprendre le fonctionnement du sol en lande humide. En lande sèche, il faudrait mieux connaître le fonctionnement du sous-étage d'éricacées, en incluant leur litière et leurs mycorhizes associées.

Le troisième chapitre de résultats s'intéresse aux effets d'un traitement d'exclusion des précipitations.

Dans les dispositifs présents ci-dessus, des placettes de 9 m² ont été installées, sur lesquelles les précipitations ont été intégralement supprimées de juin à septembre 2021. L'effet des traitements est examiné (i) sur les activités de deux groupes d'enzymes extraites du sol, oxydatives et hydrolytiques et (ii) sur l'activité catabolique globale. Les prélèvements de sol ont été réalisés lors de deux campagnes, l'une en septembre 2021, l'autre en juin 2022 dans le but d'observer d'éventuels effets de rétablissement.

Dans les deux stations, l'exclusion des précipitations a fortement diminué l'humidité du sol, dès le premier mois en lande sèche, après deux mois en lande humide. La température du sol a été augmentée en lande sèche avec le sous-étage supprimé.

L'activité des enzymes hydrolytiques a été significativement augmentée dans le traitement de pluie réduite, en 2021 et 2022 en lande humide, 2022 seulement en lande sèche. Dans tous les cas, cette activité a été réduite dans les traitements d'élimination du sous-étage. Aucun effet n'a été observé pour les enzymes oxydatives.

En 2021, la réduction de pluviométrie a réduit l'activité catabolique totale en lande humide, et n'a pas eu d'effet en lande sèche. Aucun effet n'a été observé sur ce paramètre en 2022.

La thèse se termine par une riche discussion autour du rôle du sous-étage dans les pineraies des Landes de Gascogne, et dans les forêts en général.

Conclusion

La thèse de Lucie BON illustre l'intérêt des expérimentations conduites en contexte sylvicole, en vraie grandeur et dans la durée. Le très grand nombre d'analyses réalisées apporte un éclairage nouveau sur le fonctionnement des sols des pineraies landaises, dont tous les mécanismes ne sont cependant pas élucidés. En ce qui concerne l'économie du carbone, elle montre l'importance capitale de la composition du sous-étage (molinie vs éricacées) pour la biomasse hypogée (bactéries, mycorhizes).

Sur le plan pratique Lucie BON montre que l'impact des traitements sylvicoles varie très significativement selon la station, lande sèche ou lande humide. En lande sèche, l'économie de l'eau apparaît prépondérante, tandis que les aspects trophiques dominent en lande humide. Elle montre aussi qu'il est très difficile d'augmenter simultanément les stocks de carbone du peuplement de pins et du sol.

Pour ses résultats expérimentaux précis et différenciés et les très intéressantes perspectives offertes à la fois dans le champ scientifique et en matière de gestion sylvicole du pin maritime dans les Landes de Gascogne, la thèse de Lucie BON mérite d'être valorisée par l'Académie d'agriculture de France sur son Site Internet et dans son Mensuel.