

**INTERACTION BETWEEN TREE DIVERSITY AND WATER AVAILABILITY
ON NUTRIENT CYCLING IN FORESTS**

***Interaction entre la diversité des espèces d'arbres et la ressource en eau
sur le recyclage des nutriments en forêt***

Thèse de Tania Louise **GAILLARD MAXWELL**¹

Analysée par Gilles **LEMAIRE**²

Co-directeurs de thèse : Laurent AUGUSTO Directeur de recherche, Nicolas FANIN, Chargé de recherche, INRAE Bordeaux

Co-directrice de thèse : Alison D. MUNSON Professeure titulaire, Université Laval

Présentation de l'ouvrage

Le document de thèse qui nous a été soumis pour analyse traite d'un sujet éminemment complexe : l'étude des interrelations pouvant exister entre la nutrition minérale des arbres au sein d'une forêt et leur alimentation hydrique, et par quels mécanismes ces interrelations pouvaient être affectées par la diversité spécifique pouvant exister au sein du peuplement forestier.

L'ouvrage d'un peu plus de 250 pages est constitué, après une introduction très conséquente de 40 pages environ, permettant de présenter l'état de l'art et de formuler les hypothèses de travail qui structurent le travail de recherche, ainsi que l'approche expérimentale choisie, de quatre chapitres traitant chacun d'une hypothèse de travail partielle, s'articulant logiquement entre eux dans une analyse globale suivi d'une synthèse et d'une conclusion finale.

La problématique générale consiste bien à aborder le partage des ressources du sol (eau et nutriments minéraux) entre les individus d'une même communauté végétale et donc d'analyser : (i) comment ces deux types de ressources interfèrent entre elles pour déterminer où et quand elles peuvent être disponibles pour les plantes ? et (ii) comment les propriétés fonctionnelles et d'architectures des différentes espèces de plantes peuvent permettre d'interférer pour déterminer la disponibilité relative de ces ressources et leur partage au sein de la communauté. Cette problématique constitue donc une question centrale de l'Ecologie Fonctionnelle, qui va bien au-delà d'une simple problématique de gestion durable des peuplements forestiers, même si elle constitue un point central permettant d'aborder cet aspect plus appliqué.

¹ Thèse réalisée en cotutelle, présentée pour obtenir le grade de docteur de l'Université de Bordeaux et de l'Université Laval, École doctorale sciences et environnements, Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, spécialité biogéochimie et écosystèmes, soutenue le 07 décembre 2021 .

² Membre de l'Académie d'agriculture de France, section 5, « Interactions milieux, être vivants »

Il s'agit donc d'un sujet de thèse extrêmement ambitieux pour lequel on ne peut pas exiger une réponse complète ou définitive, mais seulement une contribution originale apportant des éléments de réponses partielles et bien argumentés en fonction de dispositifs expérimentaux ciblés. C'est d'ailleurs cette approche à la fois générique et bien contextualisée qui a été entreprise dans ce travail et nous en félicitons l'auteur.

Les points forts et les quelques faiblesses de la thèse :

Il ne nous appartient pas de revenir sur la valeur scientifique des méthodes utilisées, des résultats obtenus et de leurs discussions et des conclusions qui en sont tirés par l'auteur de cette thèse, ce travail ayant été fait par les rapporteurs de cette thèse et les relecteurs des articles soumis et acceptés qui en ont été tirés.

Ceci étant, notre regard porte sur la qualité du document comme ouvrage de diffusion des connaissances, c'est-à-dire dans sa capacité à convaincre le lecteur de la solidité de la démonstration que l'auteur veut défendre. Car s'agissant d'une thèse, il implique de la défendre avec des arguments convaincants.

Sur ce point, l'ensemble du travail présenté nous est apparu d'une clarté assez exceptionnelle, permettant d'exposer une approche point par point, décomposant la problématique générale en sous-problèmes parfaitement bien identifiés et articulés très logiquement les uns avec les autres. Chacun des problèmes est l'objet d'un chapitre particulier et de l'identification d'une hypothèse de travail préalable, de laquelle il découle un choix justifié d'approches et de méthodes, dans un cadre expérimental précis, avec le soin d'apporter une vérification expérimentale de l'hypothèse testée en discutant les résultats obtenus et en s'assurant de l'enchaînement logique d'un sous-problème à l'autre. Cet ensemble logique est bien présenté avec une pédagogie certaine et est d'un accès plutôt aisé au lecteur, même non-spécialiste. Dans le cadre d'une thèse, cet aspect pédagogique et didactique est une qualité très importante pour une future enseignante-chercheuse. Il est assez rare de lire un document aussi détaillé sur certains aspects disciplinaires et méthodologiques et en même temps aussi rigoureux et clair dans la démonstration heuristique.

L'auteure démontre bien que la disponibilité spatiale et temporelle de l'eau dans le sol conditionne effectivement l'accessibilité des nutriments minéraux (N et P principalement) pour les plantes et donc que l'alimentation hydrique et la nutrition minérale ne peuvent s'analyser l'une sans l'autre. Qui plus est, l'état hydrique du sol détermine en plus l'activité du turn-over microbien de N et P, qui est la source de la disponibilité de ces éléments dans le sol... Donc l'auteure démontre bien qu'un manque d'eau dans le sol est non seulement un manque d'eau pour la plante, mais aussi et surtout un manque de nutrition minérale, ce qui remet en cause, soit dit en passant, le concept même d'efficacité de l'eau. On aurait aimé peut-être une discussion plus approfondie sur ce point ?

L'auteure montre aussi que le partage « eau + nutriments minéraux » entre espèces différentes au sein d'une communauté forestière est déterminée par des complémentarités, soit spatiales (architectures racinaires), soit temporelles (phénologie). Il s'agit donc alors d'associer ces complémentarités fonctionnelles au sein des mélanges forestiers. Ceci est un résultat à notre avis d'une portée assez importante, alors que l'auteure s'en excuse presque en considérant que ce résultat qui lui semble trop contextuel ne semble pas à la hauteur de l'hypothèse de départ : que la diversité biologique du peuplement serait une source générale

pour une meilleure résilience d'un peuplement forestier à la sécheresse. Or justement, nous considérons que le fait que cette « complémentarité » soit contextuelle, nous indique que ce qui compte, ce n'est pas que la diversité biologique soit la plus grande possible.... Mais qu'il y ait une diversité (complémentarité) fonctionnelle bien précise, se traduisant par des complémentarités de traits phénotypiques parfaitement précis et identifiés, qui ne confèrent un avantage que dans des cas bien particuliers, *etc...* On passe donc ainsi d'un concept de « biodiversité générale » qui n'a en fait que peu d'intérêt, sinon philosophique, à un concept de « diversité-complémentarité » de traits phénologiques qui a beaucoup plus de signification fonctionnelle.

L'auteure aurait pu s'appuyer, un peu plus, sur des éléments bibliographiques issus de travaux sur les couverts herbacés (comme les prairies), où ces mêmes problématiques de partage des ressources eau et minéraux du sol entre plantes au sein de couverts complexes sont aussi largement abordés, avec des systèmes moins complexes que des arbres à manipuler expérimentalement. C'est parfait d'être resté sur l'objet arbre.... Mais un petit détour sur ce qui se fait sur herbacées aurait pu être utile pour la discussion finale. Cette remarque ne remet en aucun cas en cause l'excellent travail qui a été réalisé dans cette thèse.

Conclusion :

Notre avis global est que ce travail de thèse et le document qui en résulte sont d'une grande valeur scientifique, didactique et pédagogique. Il s'agit d'un thème ambitieux, sur un modèle végétal complexe et difficile à manipuler expérimentalement, touchant à une question fondamentale de l'Écologie Fonctionnelle, celle du partage des ressources au sein des communautés végétales et posant le problème du rôle de la « biodiversité » en essayant justement de préciser « quelle type de diversité », ce qui est la question essentielle. Nous pensons que cette thèse est d'une qualité suffisamment rare pour mériter de figurer sur le site de l'Académie d'agriculture de France pour sa valorisation.