

CHRONIQUE... EN RÉSUMÉ

Des thèses, des mémoires de fin d'études, des habilitations à diriger des recherches sont soutenus chaque année dans le domaine de la forêt et du bois. En faire connaître certains à nos lecteurs est l'objet de cette rubrique.

Influence des composés chimiques extraits des lessivats de litières de feuilles d'arbres de forêts tempérées sur les flux de méthane de sols forestiers

par Vincent Arricastres

- Thèse soutenue publiquement le février 2025 à l'Université de Lorraine, F-54506 Vandoeuvre-lès-Nancy
- Directrice de thèse : Caroline Plain (UL, UMR Silva)
- Co-directrice de thèse : Dorine Desalme (UL, UMR Silva)

Le méthane (CH₄), responsable de 23 % du réchauffement climatique, est produit et/ou consommé dans les sols par des micro-organismes. Dans les sols forestiers, la consommation est généralement supérieure à la production, faisant de ces sols des puits de CH₄. Les litières de feuilles d'arbres peuvent modifier ce puits, en agissant comme barrière aux échanges de gaz ou en libérant des composés chimiques pouvant affecter les micro-organismes. L'objectif de cette thèse était

de déterminer si les composés chimiques issus des litières modifiaient le puits de CH₄ des sols forestiers. Les composés chimiques pulvérisés sur le sol augmentaient le puits de CH₄ de 8,2 % en moyenne. L'amélioration dépendait de l'intensité initiale de consommation de CH₄ qui variait avec le type de sol et la saison

Vulnérabilité et résilience du hêtre (*Fagus sylvatica* L.) face aux sécheresses extrêmes et ravageurs secondaires au cœur de sa niche écologique

par Pierre-Antoine Gaertner

- Thèse soutenue publiquement le 31 mars 2025 à l'INRAE, F-54280 Champenoux
- Directrice de thèse : Nathalie Bréda (INRAE, UMR Silva)
- Co-directrice de thèse : Catherine Massonnet (INRAE, UMR Silva)

De 2018 à 2020, l'Europe centrale a subi trois années de sécheresses parmi les plus intenses enregistrées. Les forêts ont été sévèrement impactées et plusieurs essences européennes majeures ont montré d'importants signes de déclin. Le Hêtre (*Fagus sylvatica*) a été l'une des essences les plus impactées, de nombreux symptômes comme des mortalités de branches et des déficits foliaires élevés sont apparus dès 2019, ainsi que des mortalités d'arbres dans les zones les plus sévèrement touchées. Dans certains cas, le dépérissement est associé à des attaques de ravageurs secondaires comme des insectes cambio-phages et des champignons. L'objectif de la thèse est ainsi de profiter de cette crise inédite pour comprendre l'enchaînement des événements climatiques, biotiques et physiologiques aboutissant au dépérissement du hêtre et favorisant la résilience de sa croissance radiale.

Dans un premier temps, nous avons cherché si les ravageurs secondaires ont pu jouer un rôle dans le processus de dépérissement du hêtre, avec pour hypothèse que les attaques biotiques aggravent le dépérissement provoqué par les déficits hydriques si les capacités de défense des arbres sont insuffisantes. Pour cela, nous avons étudié l'allocation du carbone aux fonctions de croissance, stockage et reproduction chez des hêtres ayant subi la sécheresse de 2018-2020 présentant des symptomatologies et des niveaux d'attaques par les insectes différents. La croissance radiale avant la sécheresse ainsi que la quantité de carbone stockée dans le tronc et les racines sont inférieures chez les arbres les plus attaqués par les insectes par rapport aux arbres indemnes. Nos résultats suggèrent que les ravageurs secondaires du hêtre attaquent les arbres les plus vulnérables tout en contribuant à leur déclin.

Ensuite, nous nous sommes intéressés aux points de basculements physiologiques menant à la mort ou à la résilience des hêtres. L'objectif est ainsi de rechercher si l'état de santé de l'arbre après la sécheresse de 2018-2020 est lié à sa croissance passée et à l'évolution du stock de réserves carbonées. Cette étude est basée sur un réseau de placettes installé par le DSF dans le nord-est de la France. Le suivi annuel, de 2020 à 2022, de l'état sanitaire et des réserves carbonées des hêtres a été couplé à une analyse rétrospective de leur croissance radiale. Les réserves carbonées des hêtres dont l'état sanitaire au début du suivi était le plus dégradé sont chaque année inférieures à celles des arbres sains. Les réserves en NSC semblent avoir un effet limité sur la résilience de la croissance radiale à la sécheresse de 2018-2020, mais jouer un rôle prépondérant dans le processus de mortalité, le niveau des réserves carbonées apparaissant comme un bon prédicteur de mortalité des arbres.

Pour finir, l'âge des arbres est souvent considéré comme un facteur de vulnérabilité à la sécheresse. De plus, une plus faible densité de peuplement améliorerait la résistance et la

résilience de la croissance à la sécheresse en réduisant l'intensité du déficit hydrique. Cependant, la surface terrière augmentant avec l'âge du peuplement, un effet négatif de l'âge pourrait être confondu avec celui d'une compétition accrue entre individus. Ce chapitre a ainsi pour but de démêler les effets de l'âge et de la densité de peuplement sur la résistance et la résilience de la croissance radiale du Hêtre à la sécheresse de 2018-2020. Cette étude est basée sur l'analyse dendrochronologique d'une chronoséquence installée en forêt domaniale de Hesse (55), où les conditions stationnelles sont favorables au Hêtre. Aucun effet de l'âge n'a été observé sur la résilience de la croissance radiale à la sécheresse 2018-2020. Une plus faible surface terrière n'améliore pas la résilience à la sécheresse si cela ne se traduit pas par une diminution de l'intensité du déficit hydrique. Dans de bonnes conditions stationnelles, l'âge n'apparaît donc pas comme un facteur de vulnérabilité à la sécheresse pour le Hêtre.

Dynamique des forêts subalpines dans le contexte des changements globaux : patrons, déterminants (abiotiques, paysagers et socio-économiques) et conséquences sur la diversité floristique

par Noémie Delpouve

Thèse soutenue publiquement le 3 avril 2025 à l'Université de Lorraine, F-54506 Vandoeuvre-lès-Nancy

Directeur de thèse : Cyrille Rathgeber (INRAE, UMR Silva, Nancy)

Co-directeur de thèse : Laurent Bergès (INRAE, LESSEM, Grenoble)

Depuis le minimum forestier atteint vers 1850 en France, une expansion générale des forêts est observée. Dans les montagnes, l'expansion peut se traduire par une remontée de la limite supérieure des forêts, transition entre les étages subalpin et alpin. Le réchauffement global, la répartition des essences forestières, l'abandon pastoral, et le développement du tourisme interagissent pour moduler la dynamique de la limite des forêts. La remontée de la limite des forêts modifie les anciennes pelouses alpines et ses communautés végétales patrimoniales. Les plantes forestières peuvent coloniser la forêt nouvellement installée avec retard, alors que les plantes des pelouses alpines peuvent s'éteindre plus ou moins rapidement. Le premier objectif de cette thèse est de quantifier le déplacement altitudinal de la limite des forêts à l'échelle des Pyrénées et des Alpes du Nord françaises depuis 1850. Un second objectif est de comprendre les effets des facteurs climatiques, socio-économiques, paysagers et forestiers, déterminant les variations de la dynamique de la limite des forêts depuis 150 ans. Un troisième objectif est de quantifier les effets de la remontée de la limite des forêts sur la diversité taxonomique et fonctionnelle des communautés végétales. Pour retracer la dynamique, la limite des forêts a été estimée par commune à l'aide de cartes d'usage des sols historiques et récentes, qui ont permis de délimiter deux pé-

riodes dans les Pyrénées (1851-1993 et 1993-2010) et trois périodes dans les Alpes (1860-1951, 1951-1995 et 1995-2007). Nous avons comparé les altitudes des limites des forêts entre les dates et les communes pour explorer les patrons spatio-temporels. Les effets des facteurs topographiques, climatiques, socio-économiques, paysagers et forestiers sur ces patrons spatio-temporels ont également été explorés. Enfin, nous avons analysé la distribution de la diversité taxonomique et fonctionnelle des communautés végétales des forêts anciennes jusqu'aux pelouses alpines grâce à des relevés stationnels et botaniques, effectués pendant l'été 2023 dans la vallée de la Maurienne. Les résultats montrent une dynamique contrastée : la limite des forêts s'est élevée de 174 m entre 1851 et 2010 dans les Pyrénées, avec une accélération entre 1993 et 2010, alors qu'elle s'est élevée de 166 m uniquement entre 1951 et 1995 dans les Alpes du Nord, donc de façon plus tardive mais plus rapide. La dynamique temporelle coïncide avec celle du réchauffement global dans les Pyrénées, mais avec un délai de réponse. Au contraire dans les Alpes, la remontée est limitée entre 1995 et 2007, et la limite des forêts s'est même abaissée de 5 m par an en Haute-Savoie. Les variations spatiales de la dynamique coïncident avec celles de l'abandon pastoral en France. De plus, l'hétérogénéité spatiale récente dans les Alpes est liée aux variations

de pressions pastorales et touristiques contemporaines. Le contexte forestier joue également un rôle majeur. Dans les Pyrénées notamment, la remontée observée est plus rapide à l'Est de la chaîne, où la limite est formée par le Pin à crochets, une espèce pionnière présentant de bonnes capacités de colonisation. L'analyse de la diversité floristique par groupe écologique montre un crédit (ou lag) de colonisation de 30 % des espèces spécialistes de forêt ancienne dans les forêts récentes. Une dette d'extinction pour 27 % des espèces de pelouses alpines est observée dans les landes, et descend

à 8 % dans les forêts établies depuis plus de 70 ans. La dette d'extinction des espèces de pelouses alpines est payée plus vite que le crédit de colonisation des espèces de forêts anciennes. Cette étude régionale à une profondeur temporelle inédite montre comment les facteurs globaux et régionaux interagissent sur le long terme pour modeler les paysages au niveau des écotones entre la forêt subalpine et les pelouses alpines, et souligne les compromis à y trouver entre conservation de la biodiversité et exploitation des ressources.