



Figure 1. Détermination des zones de formation du bois et de la zone de lignification en particulier. L'image du haut illustre la zonation classique des bandes de formation du bois : C, division cambiale ; E, élargissement ; W_{T+L} , épaissement secondaire de la paroi cellulaire et lignification ; et M, zones matures. L'image du bas illustre la nouvelle zonation proposée qui ajoute la lignification (W_L) à l'épaissement de la paroi cellulaire (W_T).

Modélisation écophysiological de la phénologie de la formation du bois chez les arbres des forêts tempérées et boréales

Prénom, Nom du porteur : Cyrille Rathgeber, UMR Silva, INRAE Grand Est – Nancy

Partenaires Labex : Ignatius Adikurnia, Béatrice Richard (équipe EcoSilva, UMR Silva, INRAE Grand Est – Nancy), Emmanuel Cornu, Maryline Harroué, Adeline Motz, Julien Ruelle (équipe SilvaTech, UMR Silva, INRAE Grand Est – Nancy)

Collaborations : Jianhong Lin, Nicolas Delpierre (ESE, Université Paris-Sud)

Action thématique concernée : WP2

Contexte —

Le bois est le deuxième plus grand stock de biomasses continentales sur Terre. Sa production par les plantes ligneuses contribue à atténuer l'accumulation actuelle du CO₂ d'origine anthropique dans l'atmosphère. La formation du bois est cependant un processus complexe dont il est maintenant établi que la saisonnalité ne dépend pas seulement des processus d'assimilation du carbone. En effet, les facteurs environnementaux et le développement des tissus ont une influence cruciale sur la dynamique de la formation du bois. Ces découvertes vont à l'encontre de la représentation courante de ce processus dans les modèles de végétation qui supposent que la xylogénèse ne dépend que de la photosynthèse.

Objectifs —

Le projet ModPhenWood vise à approfondir nos connaissances concernant le rôle des contraintes environnementales et ontogénétiques sur la phénologie de la formation du bois.

Un ensemble de modèles statistiques et écophysiologiques simulant l'occurrence des étapes clés de la formation du bois (reprise des divisions du cambium, début et fin de l'élargissement des nouvelles cellules du xylème, début et fin du dépôt des parois secondaires et de la lignification) est développé.

Ces modèles explorent à la fois le rôle des facteurs environnementaux (température, bilan hydrique, photopériode) et des caractéristiques des arbres (espèce, dimensions, vitalité).

Démarche —

Les modèles seront développés et testés en utilisant une base de données existante, comprenant plus de 300 points de données (couples année-site) pour chaque date critique de la formation du bois et pour plus de 20 espèces de conifères situées dans l'hémisphère nord. D'autre part le projet vise également à améliorer les critères d'observations des différents stades de la phénologie du bois et de la dynamique de lignification des parois cellulaires en particulier (Figure 1).

Résultats marquants — Le projet a permis d'acquérir les résultats suivants :

- L'utilisation de dendromètres à bande donne des informations peu fiables concernant la phénologie de la formation du bois. L'écart avec les observations phénologiques augmente avec une plus grande hétérogénéité de la structure des cernes (des cernes à pores diffus aux cernes de conifères et aux cernes poreux) et de la rugosité de l'écorce (des écorces lisses ou écailleuses aux écorces fissurées).
- Les températures sont le déterminant principal de la phénologie du bois. Ces températures contrôlent le démarrage de la formation du bois à travers un processus complexe qui fait intervenir aussi bien les températures chaudes du printemps (forçage) que les températures froides de l'hiver (vernalisation), durant des périodes particulières (effet de la photopériode) qui dépendent des espèces.
- Nos résultats indiquent que le stress hydrique a un rôle important dans la cessation de l'activité cambiale, de la formation du bois et de la lignification plus particulièrement.

Principales conclusions incluant des points-clés de discussion —

- Les dendromètres à bande peuvent être utilisés pour suppléer à l'absence de suivi de la formation du bois par prélèvement de microcarottes seulement dans certains cas bien particuliers comme celui de notre site emblématique de Hesse (peuplement de hêtre en condition hydrique favorable).
- Nous disposons d'un modèle écophysiologique validé concernant le démarrage de la formation du bois pour les conifères, mais nous n'avons pas encore réussi à développer un modèle écophysiologique pour la cessation de la formation du bois.
- Nous sommes à présent capables de distinguer le dépôt de la cellulose de la lignification des parois lors de nos observations.

Perspectives —

Nous allons intégrer les données des dendromètres à bande dans notre travail sur notre site de Hesse pour améliorer la caractérisation de la phénologie de formation du bois, étendre les séries et les mettre en relation avec les autres facteurs biologiques (phénologie foliaire, niveau de réserve, etc.) et le climat (effet de la sécheresse de 2018). Nous allons inclure le module de phénologie du bois (modèle écophysiologique pour le début et statistique pour la fin) au modèle de végétation CASTANEA et faire une étude de sensibilité pour voir comment cela influence les sorties du modèle.

Valorisation —

Ce projet a donné lieu à quatre présentations dans des conférences internationales (1 TRACE2023, 1 EGU2023 et 2 EGU2024) et à plusieurs articles scientifiques (1 article publié, 3 articles en préparation). Ignatius Adikurnia n'a malheureusement pas soutenu sa thèse, mais Jianhong Lin devrait soutenir la sienne fin 2024.

Effet levier du projet —

À l'aide du financement du LabEx ARBRE qui consistait en une demi-bourse de thèse, nous avons pu attirer deux excellents candidats, dont un candidat chinois (Jianhong Lin), qui à travers un partenariat entre l'Université de Paris Sud et le ministère de la recherche chinois a pu bénéficier d'une bourse doctorale individuelle. D'autre part ce projet nous permet de collaborer de façon active à un projet international (LEAF-FALL, piloté par Matteo Campioli de l'Université d'Anvers en Belgique) sur la phénologie automnale (feuille et bois) chez les angiospermes et la relation avec la séquestration du carbone.