

Proposition de thèse CIFRE

Effet du séchage sous atmosphère CO₂ sur l'ultrastructure et les propriétés du bois

INRAE, Biopolymères, Interactions et Assemblages (BIA)

Société wAys

Contexte :

« La France n'atteindra pas ses objectifs de neutralité carbone sans mobiliser la filière forêt-bois, véritable atout pour agir simultanément sur l'atténuation et l'adaptation au changement climatique. La contribution du bois à la séquestration et à l'atténuation est double, car la pompe à carbone naturelle qu'est la photosynthèse vient alimenter deux puits successifs de carbone : le premier en augmentant le stock en forêt, et le second en augmentant les produits bois dans notre espace de vie » (1)

En effet, le bois est une ressource renouvelable largement utilisée dans divers secteurs, notamment la construction, l'ameublement et l'aménagement intérieur des habitats. Pour être exploité et utilisé, le bois doit subir un processus de séchage artificiel permettant de stabiliser sa structure et ses propriétés. Cependant, le séchage peut engendrer des défauts, entraîner de nombreuses déformations et affaiblir les propriétés mécaniques du bois. Par ailleurs, les procédés actuels de séchage sous atmosphère d'air sont longs et consommateurs en énergie. Enfin, la filière bois a un rendement matière entre 40 et 50 %, ce qui est très faible.

La société wAys (<https://w-ays.com/>) a mis au point un procédé de séchage innovant sous atmosphère de CO₂ qui réduit significativement les temps de séchage, diminuant ainsi la consommation énergétique, tout en réduisant très fortement les déformations. L'objectif de ce projet de thèse est double : approfondir la compréhension des effets du CO₂ sur le bois durant le séchage, et caractériser la structure ainsi que l'ultrastructure du matériau en vue d'optimiser ce procédé novateur.

Projet de thèse :

Le projet de thèse est structuré autour de trois objectifs principaux. Les deux premiers visent à répondre à des enjeux opérationnels pour l'entreprise : la caractérisation des bois séchés sous atmosphère de CO₂ et l'optimisation du procédé de séchage. Le troisième objectif, à visée plus fondamentale, concerne l'étude des mécanismes de séchage du bois en présence de CO₂, avec l'ambition de développer des stratégies à plus long terme pour soutenir l'innovation au sein de l'entreprise.

Objectif 1 : Caractérisation des bois séchés sous CO₂ : Cet objectif consistera à différencier les bois séchés sous atmosphère de CO₂ de ceux séchés sous air (ou d'autres procédés). La méthodologie s'appuiera sur des techniques avancées de caractérisation de l'ultrastructure, telles que la microscopie (optique et électronique), la tomographie et des méthodes spectroscopiques. Une analyse approfondie des données obtenues sera menée à l'aide de stratégies d'analyse d'images.

Objectif 2 : Optimisation des conditions opératoires de séchage : Ce volet s'attachera à définir les paramètres optimaux du procédé pour préserver l'ultrastructure du bois. Les paramètres étudiés incluront la composition de l'atmosphère de séchage, la température, ainsi que d'autres variables clés du processus.

Objectif 3 : Étude des mécanismes de séchage sous CO₂ : Le dernier objectif s'intéressera aux mécanismes spécifiques du séchage sous atmosphère de CO₂, en comparaison avec le séchage à l'air. L'objectif est de comprendre les phénomènes physiques et chimiques impliqués, afin d'expliquer les mécanismes de préservation de l'ultrastructure et de poser les bases pour de futures améliorations du procédé.

Déroulement de la thèse :

La thèse se déroulera conjointement au sein du laboratoire Biopolymères, Interactions et Assemblages (BIA) de l'INRAE de Nantes (<https://ur-bia.angers-nantes.hub.inrae.fr/>) et de la société wAys (<https://w-ays.com/>)

(i) Le laboratoire BIA est une unité propre de l'INRAE localisée forte d'environ 180 personnes (100 permanents, 80 non-permanents). Le laboratoire a pour mission d'étudier la transformation durable de la biomasse végétale pour élaborer des aliments et matériaux biosourcés dans le cadre des transitions démographiques et alimentaires, de contraintes environnementales et énergétiques. Le doctorant sera intégré aux équipes Assemblages Nanostructurés (Nano), Bioressources : Imagerie, Biochimie et Structure (BIBS) et Polymères Pariétaux et Parois Végétales (PVPP) qui joignent leurs compétences pour répondre aux questions multidisciplinaires du projet.

(ii) La société wAys est une start-up technologique française qui développe depuis 2020 une solution disruptive de séchage de tout matériau lignocellulosique dont le bois sous atmosphère de CO2 recyclé et/ou biogénique. La technologie ouvre de nombreux horizons d'applications pour le bois et permet aussi la production de biochar. wAys est à la croisée de deux mondes : la valorisation du CO2 biogénique et la transformation de la filière bois. Nous sommes aujourd'hui une équipe de 8 personnes avec plusieurs implantations en France. L'engagement de chacun consolide notre succès de demain.

La sélection des candidats s'effectuera au mois de Juin, le dossier du candidat et du projet sera ensuite déposé à l'ANRT. La thèse débutera après évaluation du dossier (délai 2 à 3 mois)

Direction de thèse : INRAE BIA : Bernard Cathala et David Legland ; Société wAys : Malika Talantikite et Yann Raoult

Date de démarrage : Septembre-Octobre 2025

Employeur: wAys

Salaire Brut mensuel : 32 400€ brut/an

Profil du candidat: Idéalement de formation en agronomie ou en biophysique, le candidat devra posséder une connaissance des techniques de microscopies optiques et électroniques (théoriques et pratiques) et avoir une appétence pour l'informatique afin de pouvoir s'investir dans les analyses et traitements d'images. Une connaissance de la structure et la composition du bois sont souhaitées.

Candidature: Merci d'adresser **avant le 2 Juin** à Bernard Cathala (Bernard.cathala@inrae.fr), David Legland (david.legland@inrae.fr), Malika Talantikite (malika.talantikite@w-ays.com) et Yann Raoult (yann.raoult@w-ays.com).

- une lettre de candidature expliquant les motivations du/de la candidat(e)
- les noms et adresses mail de deux personnes référentes
- un CV détaillé

(1) *Quel scénario carbone pour la filière forêt-bois à horizons 2030 et 2050?*
<https://www.carbone4.com/article-scenario-carbone-foret-bois>)