



## Proposition de sujet de thèse au LGP2

### Etude de procédés chimiques et biochimiques pour l'extraction et la valorisation des hémicelluloses du bois.

#### Contexte et sujet de thèse

Le projet HEMICELLULOSES est financé par l'Agence Nationale de la Recherche au titre de France 2030, dans le cadre du programme national B-BEST, programme qui vise à développer des procédés bas-carbone et à accélérer la transition vers une bioéconomie circulaire.

Ce projet a pour objectif de développer des procédés durables combinant des étapes chimiques et biochimiques, compatibles avec le fonctionnement des bioraffineries intégrées dans l'industrie de la cellulose, pour la production d'oligomères et de monomères de sucres rares provenant des hémicelluloses du bois, présentant des propriétés et des degrés de pureté compatibles avec les applications envisagées.

Les hémicelluloses constituent le second composant de la biomasse végétale, totalisant de 20 à 30% en masse sèche du bois. Ce sont des polysaccharides complexes, composés de deux ou trois monomères (les plus courants sont les galactoglucomannanes et les arabinoxylnes), qui peuvent être partiellement acétylés et contenir des groupements latéraux comme l'acide méthylglucuronique. Elles représentent une ressource potentiellement très importante et encore inexploitée pour la production d'oligosaccharides ou de monosaccharides rares. Par exemple, les hémicelluloses de bois feuillus sont principalement composées d'arabinoxylnes, et constituent une ressource importante de xylose, qui est recherché pour la fabrication de furfural ou de xylitol par les industries chimiques ou alimentaires. Les hémicelluloses de bois résineux quant à elles sont majoritairement des galactoglucomannanes, source potentielle de mannose ou d'oligomères de galactoglucomannanes. Des études, réalisées par le LGP2, ont, par ailleurs, montré que les oligosaccharides d'hémicelluloses présentent des propriétés prébiotiques très intéressantes, compétitives des prébiotiques commerciaux comme les fructo-oligosaccharides.

Contrairement à la cellulose qui est largement valorisée dans les industries du papier, carton, textiles ou chimiques, les hémicelluloses du bois sont brûlées pour la production d'énergie. En effet, lors du procédé d'extraction de la cellulose, les hémicelluloses sont dégradées et solubilisées avec la lignine dans l'effluent du procédé, appelé la liqueur noire. Cette liqueur est ensuite concentrée et brûlée pour produire de l'énergie, ce qui permet à ces usines d'être des productrices nettes d'énergie. Il serait donc possible de valoriser une partie des hémicelluloses en produits à haute valeur ajoutée, sans affecter l'équilibre énergétique de l'usine. Les quantités potentielles sont très importantes quand on sait que l'industrie de la pâte à papier utilise, au niveau mondial environ 300 millions de tonnes de bois, exprimées en masse sèche.

Le projet repose sur une approche pluridisciplinaire, mobilisant plusieurs laboratoires français (LGP2, G-SCOP et CERMAV à Grenoble, Institut Pascal à Clermont Ferrand, BioEcoAgro à Lille) . Il combine extraction des hémicelluloses, sélection d'enzymes, production à l'échelle pilote, caractérisation avancée de ces mélanges complexes, et étude de l'empreinte environnementale des différents procédés envisagés. Trois doctorants et deux ingénieurs de recherche seront embauchés pour réaliser ces recherches avec de nombreuses interactions prévues lors des réunions d'avancement du projet, et pour la réalisation ponctuelle de certaines expériences dans les laboratoires des autres partenaires.

Le premier volet de la thèse portera sur l'étude de l'extraction des hémicelluloses du bois et des fibres cellulósiques, en combinant des procédés chimiques, mécaniques et biochimiques (enzymatique). Le choix des enzymes sera réalisé avec les partenaires du projet qui auront la tâche de les sélectionner et de les tester.

Le second volet portera sur la caractérisation avancée des oligosaccharides ou polysaccharides complexes extraits, en collaboration avec les autres doctorants du projet.

### **Localisation et rémunération**

La thèse sera dirigée par la Professeure Christine Chirat au [LGP2 à Grenoble](https://lgp2.grenoble-inp.fr/en), Laboratoire de génie des procédés pour la bioraffinerie, les bio-matériaux et l'impression fonctionnelle ( <https://lgp2.grenoble-inp.fr/en>). Professeure Chirat est experte dans le domaine de la chimie de la biomasse végétale et les procédés de bioraffinerie.

De courts séjours dans les laboratoires partenaires seront envisagés, ce qui permettra de faciliter les interactions avec les autres doctorants qui seront embauchés dans le cadre du projet

Le salaire brut sera de 2300 euros.

Si l'étudiant(e) est intéressé(e), il y aura la possibilité de réaliser des vacances d'enseignement.

La date de démarrage est prévue au 1<sup>er</sup> octobre 2026, pour une durée de 36 mois.

### **Profil recherché**

L'étudiant(e) recherché(e) devra avoir des bases en chimie organique et en particulier maîtriser les grands mécanismes qui vont intervenir dans les réactions d'extraction chimique du bois (réactions électrophiles et nucléophiles, réactions acides-bases). Il serait utile qu'il (elle) ait pu être formé(e) de façon générale sur la chimie des constituants du bois et le comportement de ses constituants saccharidiques (cellulose, hémicellulose) en milieu acide et alcalin. Les molécules extraites devront être caractérisées, une connaissance des méthodes d'analyse des saccharides sera donc précieuse. Une expérience dans le domaine des procédés enzymatiques appliqués à la biomasse végétale sera un plus.

Le/la candidat(e) devra montrer une forte appétence pour la réalisation d'essais en laboratoire.

### **Envoi des candidatures**

Envoyez CV, lettre de motivation, relevé de notes du master (ou dernière année d'école d'ingénieur) et éventuellement lettres de recommandation (ou contacts) à Mme Christine CHIRAT, mail : [Christine.Chirat@pagora.grenoble-inp.fr](mailto:Christine.Chirat@pagora.grenoble-inp.fr)