

Laboratoire d'Ingénierie de Biomolécules LIBio – pôle scientifique A2F – Université de Lorraine
Ecole doctorale RP2E

**Auto-assemblage de la gomme d'acacia fonctionnalisée par des composés phénoliques : étude
structurale et thermodynamique.**

Florentin Michaux – Jordane Jasniewski – Lionel Muniglia

florentin.michaux@univ-lorraine.fr

jordane.jasniewski@univ-lorraine.fr

lionel.muniglia@univ-lorraine.fr

Université de Lorraine, LIBio (Laboratoire d'Ingénierie des Biomolécules - <http://libio.univ-lorraine.fr/>)

La recherche de nouveaux systèmes pouvant vectoriser des molécules actives vers une cible définie est un axe majeur de recherche du Laboratoire d'Ingénierie des Biomolécules. L'originalité du LIBio repose sur la formulation de vecteurs innovants dont les constituants sont issus d'agro-ressources renouvelables. Un des axes de recherches du laboratoire est ainsi focalisé sur la fonctionnalisation de polysaccharides naturels dans le but de leur apporter de nouvelles propriétés fonctionnelles utiles dans la formulation de nouveaux systèmes colloïdaux.

Dans ce travail de thèse, l'approche originale de fonctionnalisation par voie enzymatique de polysaccharides développée au LIBio sera mise en œuvre pour modifier la gomme d'acacia dans le but de lui conférer des propriétés d'auto-assemblage. Cette modification reposera sur l'utilisation d'une laccase pour greffer des composés phénoliques sur le polysaccharide. Ce procédé de modification enzymatique a déjà été éprouvé sur le chitosane, la pectine et la gomme d'acacia (en cours) (Thèses A. Aljawish, N. Karaki et M. Vuillemin). La gomme d'acacia présente une structure complexe (Lopez-Torrez *et al.*, 2015) et des propriétés fonctionnelles intéressantes telles qu'une faible viscosité en solution ainsi que des capacités émulsifiantes (Shotton and Wibberley 1960 ; McNamee, O'Riorda, and O'Sullivan 1998 ; Hosseini *et al.*, 2015). De plus, il a été démontré que la gomme d'acacia est capable de vectoriser des composés hydrophobes (Aberkane *et al.*, 2012). La possibilité de greffer des composés phénoliques par voie enzymatique sur ce polymère a été confirmée lors de plusieurs études (Master F. Yahiaoui 2015-2016, Master K. Mahfoudi 2016-2017, Thèse M. Vuillemin en cours). La fonctionnalisation de la gomme d'acacia par la curcumine a notamment conduit à l'obtention d'un polymère modifié présentant des propriétés très différentes du polymère naturel. La fonctionnalisation de la gomme d'acacia par la curcumine modifie en effet l'amphiphile du polymère, le rendant plus hydrophobe. La solubilité de la gomme d'acacia a ainsi été modifiée et la formation d'objet monodisperses dans l'eau à des faibles concentrations pour lesquelles la gomme native est soluble a été mise en évidence. Ainsi, un phénomène d'auto-assemblage (ou de coacervation simple)

analogue à une micellisation semble exister pour le polymère fonctionnalisé à la différence du polymère natif. Les objets formés pourraient ainsi servir de base à l'élaboration de nouveaux vecteurs.

Le sujet proposé porte ainsi sur la fonctionnalisation enzymatique de la gomme d'acacia par la curcumine et sur l'influence de cette fonctionnalisation sur ses propriétés d'auto-assemblage. L'influence des conditions physico-chimiques (concentrations, température, force ionique, pH) sur les propriétés d'auto-assemblage sera étudiée. La structure des objets formés sera établie par des méthodes de diffusion de rayonnement (lumière, rayons-X, neutrons) et de microscopies. Les paramètres thermodynamiques de l'auto-assemblage seront déterminés par titration calorimétrique isotherme.

Cette approche devrait également permettre de mieux comprendre la relation entre la structure du polysaccharide et ses propriétés physico-chimiques. L'étude basée dans un premier temps sur le greffage de la curcumine pourra évoluer avec d'autres composés hydrophobes pour tenter de répondre à la question : est-il possible de moduler les propriétés d'auto-assemblage de la gomme d'acacia modifiée en y greffant des molécules d'hydrophobie différentes ?

Aberkane, L., J. Jasniewski, C. Gaiani, et al. 2012 Structuration Mechanism of B-Lactoglobulin- Acacia Gum Assemblies in Presence of Quercetin. *Food Hydrocolloids* 29: 9–20.

Aljawish, Abdulhadi, Isabelle Chevalot, Jordane Jasniewski, Cedric Paris, et al. 2014 Laccase-Catalysed Oxidation of Ferulic Acid and Ethyl Ferulate in Aqueous Medium: A Green Procedure for the Synthesis of New Compounds. *Food Chemistry* 145: 1046–1054.

Aljawish, Abdulhadi, Isabelle Chevalot, Jordane Jasniewski, Anne-Marie Revol-Junelles, et al. 2014 Laccase-Catalysed Functionalisation of Chitosan by Ferulic Acid and Ethyl Ferulate: Evaluation of Physicochemical and Biofunctional Properties. *Food Chemistry* 161: 279–287.

Aljawish, Abdulhadi, Isabelle Chevalot, Jordane Jasniewski, Joël Scher, and Lionel Muniglia 2015 Enzymatic Synthesis of Chitosan Derivatives and Their Potential Applications. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic* 112: 25–39.

Aljawish, Abdulhadi, Isabelle Chevalot, Bernadette Piffaut, et al. 2012 Functionalization of Chitosan by Laccase-Catalyzed Oxidation of Ferulic Acid and Ethyl Ferulate under Heterogeneous Reaction Conditions. *Carbohydrate Polymers* 87(1): 537–544.

Aljawish, Abdulhadi, Lionel Muniglia, Jordane Jasniewski, et al. 2014 Adhesion and Growth of HUVEC Endothelial Cells on Films of Enzymatically Functionalized Chitosan with Phenolic Compounds. *Process Biochemistry* 49(5): 863–871.

Hosseini, Abdullah, Seid Mandi Jafari, Habibollah Mirzaei, Ali Asghari, and Sahar Akhavan 2015 Application of Image Processing to Assess Emulsion Stability and Emulsification Properties of Arabic Gum. *Carbohydrate Polymers* 126: 1–8.

Lopez-Torrez, Lizeth, Michael Nigen, Pascale Williams, Thierry Doco, and Christian Sanchez 2015 Acacia Senegal vs. Acacia Seyal Gums - Part 1: Composition and Structure of Hyperbranched Plant Exudates. *Food Hydrocolloids* 51: 41–53.

McNamee, Brian F., E. Dolores O'Riorda, and Michael O'Sullivan 1998 Emulsification and Microencapsulation Properties of Gum Arabic. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46(11): 4551–4555.

Shotton, E., and K. Wibberley 1960 The Emulsifying Properties of Gum Acacia. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 12(S1): 105T–107T.

Spécialité du doctorat : Procédés Biotechnologiques et Alimentaires

Mots clés : auto-assemblage, particules colloïdales, fonctionnalisation enzymatique, gomme d'acacia, composés phénoliques.

Directeur de thèse : Jasniewski Jordane MCF

Co directeur de thèse : Michaux Florentin MCF

Les compétences requises et/ou acquises lors de la thèse :

Biochimie : fonctionnalisation enzymatique

Physico-chimie : caractérisation de biopolymères (spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier, chromatographie d'exclusion stérique), caractérisation de molécules amphiphiles (tension de surface, propriétés émulsifiantes), caractérisation de nano- et micro-objets (taille, structure, charges), paramètres thermodynamiques des interactions.