

DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **18 décembre 2024**

Nom de famille et prénom de l'auteur. e : **Madame Aileen Grace ONGKIKO**

Titre de la thèse : Biofertilisant à base de polymères naturels pour la libération retardée de bactéries favorisant la croissance des plantes

Résumé



En raison du manque de biofertilisants réalisables à base de polymères comme alternative aux engrais synthétiques, cette étude visait à utiliser le chitosane et le carraghénane comme principaux composants de la matrice porteuse de polymères à base naturelle (PCM) utilisée pour l'immobilisation des bactéries favorisant la croissance des plantes (PGPB). La complexation polyélectrolyte de ces macromolécules a été utilisée comme mécanisme principal dans la conception de la PCM. Les propriétés physico-chimiques de ces polymères ont été largement caractérisées, notamment le degré de sulfatation et le degré d'acétylation par résonance magnétique nucléaire et spectrométrie UV-Vis, et les distributions de masse molaire par chromatographie d'exclusion de taille. Le criblage de nombreux paramètres de processus a permis de former avec succès des billes sphériques de type noyau-coquille. Les propriétés mécaniques de ces billes ont été examinées plus en détail par des essais de compression plan/plan. Le processus simultané de formation de la matrice et d'immobilisation du PGPB *Azospirillum baldaniorum* Sp245, conduisant à la production d'un prototype de biofertilisant, a également été établi. L'immobilisation, la survie et la libération de ces bactéries ont été évaluées par imagerie au microscope confocal et par quantification du nombre de cellules. En conséquence, des expériences *in vitro* et *in vivo* en serre ont permis d'étudier la croissance des plantes de blé et ont mis en évidence une amélioration de la croissance et du développement des plantes. En outre, il a été démontré que l'immobilisation, la survie et la libération de ces bactéries résultaient de leur piégeage dans le PCM à base de chitosane et de carraghénane développé avec succès. De nombreuses études sont confrontées à la difficulté de faire passer la technologie de production des matériaux polymères de l'échelle du laboratoire à l'échelle commerciale. Ainsi, dans cette étude, nous proposons l'utilisation de la technologie d'extrusion pour la production à l'échelle pilote d'un matériau de support polymérique via la complexation polyélectrolyte *in situ* du chitosane et du carraghénane. En outre, le processus de production est strictement basé sur le contrôle des paramètres afin d'être respectueux des micro-organismes ; c'est pourquoi le processus développé est appelé extrusion à froid. Des solutions de chitosane et de carraghénane ont été introduites dans une extrudeuse bi-vis Leistritz à échelle pilote. Plusieurs paramètres du processus d'extrusion

ont été étudiés afin d'identifier un ensemble de conditions qui permettraient de générer le gel souhaité avec des propriétés mécaniques adaptées à un matériau porteur pour les micro-organismes. À cette fin, une caractérisation rhéologique systématique a été effectuée sur les extrudats de gel collectés, ainsi que sur les solutions de polyélectrolytes préparées à l'aide du rhéomètre ARES 2000EX. Grâce à une analyse mécanique dynamique du module de stockage G' et de la tangente de perte $\tan \phi$, nous avons étudié l'effet des paramètres du processus d'extrusion sur le comportement du gel et validé la production de gels complexes de polyélectrolytes. Les images de microscopie optique de ces gels ont également mis en évidence une complexation hétérogène des polyélectrolytes. Les matériaux obtenus présentaient un comportement de gel mou garantissant l'intégrité structurelle du support pour les étapes de traitement ultérieures (ex : séchage), tandis que leurs caractéristiques viscoélastiques uniques contribuent à la libération prolongée du micro-organisme immobilisé. Ainsi, les résultats de cette étude préliminaire des paramètres du processus d'extrusion révèlent un potentiel considérable pour l'utilisation de la technologie d'extrusion dans la production commerciale à grande échelle de biofertilisants.

Mots-clés : biofertilisant, chitosane, carraghénane, plant growth promoting bacteria (PGPB),