

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE

Monsieur Alexis FALGAYRAC

Candidat au Doctorat de Chimie spécialité Polymères,
de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour

Soutiendra publiquement sa thèse intitulée :

Valorisation des co-produits issus de l'industrie de l'élevage d'insectes: extraction de chitine et de ses dérivés pour atteindre une circularité industrielle.

Dirigée par Madame SUSANA DE MATOS FERNANDES

le 13 février 2026 à 10h00

Lieu : IPREM Technopôle Helioparc 2 avenue P. Angot 64053 Pau Cedex 9

Salle : Amphithéâtre IPREM

Composition du jury :

Mme Susana DE MATOS FERNANDES, Professeur des universités	Université de Pau et des Pays de l'Adour	Directrice de thèse
Mme Koro DE LA CABA, Professeur	Université du Pays Basque	Rapporteure
M. Albert NGUYEN VAN NHIEN, Professeur des universités	Université de Picardie Jules-Verne	Rapporteur
Mme Guadalupe VACA-MEDINA, Chargé de recherche INRAE	Toulouse INP	Examinaterice
M. Julien BRAS, Maître de conférences HDR	Grenoble INP	Examinateur
M. Peter MOONEN, Professeur des universités	Université de Pau et des Pays de l'Adour	Examinateur
M. Julien CHUCHE, Responsable R&D	Agronutris	Examinateur

Mots-clés : Bioraffinerie, Industrie de l'insecte, Chitine, Economie circulaire, Chitosan, Solvants eutectiques profonds

Résumé :

Dans un contexte de croissance démographique mondiale, la réduction du gaspillage alimentaire et la production de protéines durables constituent des priorités majeures pour garantir des systèmes alimentaires plus résilients et sobres en ressources. Face à ces défis, l'élevage d'insectes a émergé comme une filière circulaire capable de convertir des résidus organiques en protéines alternatives à faible empreinte environnementale. Assurer une circularité complète nécessite toutefois de valoriser les co-produits générés par cette filière, en particulier les exosquelettes produits au cours du cycle de vie, qui représentent une source prometteuse mais encore sous-exploitée de chitine, un biopolymère d'intérêt croissant pour les matériaux avancés et les applications industrielles. Cette thèse s'est concentrée sur l'extraction et la valorisation de la chitine et de ses dérivés à partir de trois co-produits issus de l'élevage industriel de mouches soldats noires. Elle vise à identifier les leviers technologiques et structuraux nécessaires à une valorisation efficace et durable de ces biomasses émergentes. Dans un premier volet, un procédé conventionnel d'isolation de chitine a été appliqué à l'ensemble des co-produits identifiés : les mues larvaires, les exuvies pupales et les adultes à la fin de leur cycle de vie. Afin d'illustrer leur aptitude à générer des produits à haute valeur ajoutée, des nanocristaux de chitine ont également été produits. La caractérisation physico-chimique des extraits a mis en évidence l'adéquation de ces co-produits en tant que source alternative d'α-chitine, présentant des propriétés comparables à celles du produit commercial d'origine crustacée et des rendements d'extraction pouvant atteindre 20 % pour l'un d'eux. Cet axe de travail a notamment permis d'identifier le puparium comme ressource particulièrement prometteuse : cette enveloppe abandonnée après l'émergence de l'adulte est produite en grande quantité à l'échelle industrielle, facilement collectable et relativement simple à stocker. Un travail de caractérisation multi-échelle de cette matrice biologique composite a été entrepris, révélant une architecture organo-minérale stratifiée singulière. Le suivi structurel et compositionnel de son évolution au cours de l'extraction séquentielle a permis de quantifier l'impact de chaque étape du procédé et d'identifier des indicateurs morphologiques pertinents pour piloter l'isolation de la chitine. Ces connaissances structurales fournissent à la fois un modèle hiérarchique pour la bio-inspiration et un cadre pour concevoir des stratégies de valorisation plus durables et plus efficaces, fondées sur une compréhension structurelle du processus d'extraction. Sur cette base, un procédé innovant d'isolation de la chitine à partir de puparium a été développé, combinant solvants eutectiques profonds (DES) et extraction assistée par micro-ondes. Un screening de neuf systèmes de solvant représentatifs a été réalisé pour identifier la formulation la plus prometteuse. Une optimisation par plan d'expériences et méthode de réponses de surface a permis d'améliorer la sélectivité d'extraction d'environ 17 %, tout en réduisant fortement le temps de traitement, de plusieurs heures à 45 minutes, en une seule étape, contre trois pour la méthode conventionnelle. Le rendement final, d'environ 21 % après blanchiment, est comparable à celui du procédé traditionnel. Afin d'illustrer l'aptitude du procédé et la pureté des extraits obtenus, des nanocristaux de chitine et du chitosan ont été produits, présentant des propriétés similaires à ceux issus du procédé conventionnel. Au-delà de ses performances, cette approche combinant solvant eutectique profond et micro-ondes offre une voie d'isolation de la chitine plus durable et plus rapide à partir de cette biomasse insecte émergente. Elle repose sur l'emploi de réactifs moins dangereux et à impact environnemental réduit, dont la gestion des effluents est considérablement simplifiée.