

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE

Madame Angela SANCHEZ QUINTERO

Candidate au Doctorat de Aspects moléculaires,
de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour

Soutiendra publiquement sa thèse intitulée :

Étude avancée pour la production de biostimulants végétaux à base de microalgues cultivées dans des effluents de déchets pour une agriculture durable

Dirigée par Madame SUSANA DE MATOS FERNANDES et Monsieur Jean-Baptiste BEIGBEDER

le 22 septembre 2025 à 10h00

Lieu : IPREM (Institute of Analytical Sciences and Physico-Chemistry for Environment and Materials) Technopôle

Helioparc, 2 Av. du Président Pierre 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 Amandine ADRIEN, Chargé de recherche	Université de Pau et des Pays de l'Adour	Co-encadrante de thèse
M. Jean Baptiste BEIGBEDER, Ingénieur de recherche	APESA	Co-directeur de thèse
Mme Ivett FERRER, Professeur	Université polytechnique de Catalogne- Barcelona Tech	Rapporteuse
M. Francisco Gabriel ACIEN FERNÁNDEZ, Professeur	Université d'Almeria	Rapporteur
M. Jean-François SASSI, Ingénieur de recherche	Commissariat à l'énergie atomique (CEA)	Examinateur

Mots-clés : Biostimulants végétaux, Extraction, Microalgues, Digestate, Biorémediation, Agriculture Durable

Résumé :

La surpopulation et le changement climatique ont conduit à la nécessité d'augmenter la productivité agricole de manière durable. Parmi les solutions envisageables pour surmonter cette problématique, l'utilisation de biostimulants végétaux (BVs) à base de microalgues présente un fort potentiel pour réduire l'usage d'engrais synthétiques et renforcer la résilience des cultures face aux stress abiotiques. D'un autre côté, dans le secteur de l'énergie, la méthanisation pour la production de biogaz gagne importance et la gestion de ses résidus (digestat et CO₂ biogénique) est nécessaire. Cette thèse étudie la culture de microalgues dans le digestat liquide de méthanisation sous injection de CO₂ pour la production de biomasse microalgale utilisée pour l'extraction de BVs et l'application aux graines. La culture de deux souches de microalgues (*Tetrademus obliquus* et *Chlorella vulgaris*) a été optimisée dans un volume de culture de 200 mL en étudiant différentes concentrations du digestat liquide de méthanisation et de CO₂. Les meilleures conditions de croissance étaient le digestat liquide de méthanisation dilué à 125 mg N-NH₄⁺.L⁻¹ sous l'injection continue de 1% v/v de CO₂. Ces cultures ont été mises à l'échelle de photobioréacteurs de 6 L, atteignant une production de biomasse microalgale de 1.29 ± 0.06 g.L⁻¹ pour *T. obliquus* et de 0.36 ± 0.02 g.L⁻¹ pour *C. vulgaris*. Le potentiel de biorémediation a été évalué pour les deux souches, elles ont éliminé presque 100 % de N-NH₄⁺, 50 % de DCO et 55 % de P-PO₄³⁻. La biomasse produite a ensuite été caractérisée, révélant une teneur en protéines plus élevée lorsqu'elle a été cultivée dans le digestat liquide (46.21 ± 3.98% bDW (biomass dry weight) pour *T. obliquus* et 44.17±2.24 % bDW pour *C. vulgaris*) que dans le milieu synthétique (16.12 ± 1.50% bDW pour *T. obliquus* et 17.45 ± 1.26% bDW pour *C. vulgaris*). Dans la deuxième partie de l'étude, *T. obliquus* et *Chloroidium sp.* ont été cultivées dans des colonnes de 90 L en utilisant du digestat liquide de méthanisation dilué à 100 mg N-NH₄⁺.L⁻¹ et sous l'injection continue de 1% v/v de CO₂. L'extraction des BVs de cette biomasse a été étudiée, différents traitements d'extraction verte ont été utilisés : (i) extractions enzymatiques - (alcalase, cellulase et viscozyme à 1% p/p) (ii) et extraction ultrasonique. L'effet d'un prétraitement mécanique (broyage de billes) a également été évaluée. L'impact de la distribution de taille des différentes molécules (principalement les protéines et les peptides) sur les tests de germination des graines a été évalué après la caractérisation complète des extraits. La technique d'extraction la plus efficace était l'alcalase à 50 °C, atteignant des rendements d'extraction de protéines de 47.78 ± 1.94% (équivalent à 16.0 ± 0.6% de bDW) pour *Chloroidium sp.* et de 16.24 ± 1.13% (équivalent à 8.1 ± 0.6% de bDW) pour *T. obliquus* pour des biomasses non prétraitées. Différents facteurs de dilution (FD) des extraits sélectionnés ont été testés sur des graines de moutarde et de blé afin d'évaluer leur potentiel sur la croissance des racines. Un effet dose a été observé, avec une augmentation de la croissance racinaire de 28 % pour la moutarde et de 29% pour le blé. Les extraits les plus performants ont été séparés en fractions de trois tailles (F1:>100 KDa; F2:3-100 KDa; F3:<3KDa). Les résultats expérimentaux ont montré que l'activité des biostimulants variait selon les différentes fractions de taille, la souche de microalgue et l'espèce végétale utilisée. Pour les extraits de *T. obliquus* sur la moutarde, ellet provenait de la fraction F2, tandis que pour les extraits de *Chloroidium sp.*, une synergie entre les différentes molécules de tailles variées était nécessaire. Ces résultats ont été supportés par des analyses des arbres de régression conditionnelle. Les résultats obtenus dans cette thèse démontrent le potentiel des BVs à base de microalgues pour favoriser une agriculture durable grâce au traitement des graines.