

Intitulé du Sujet de Thèse : Bioconversion enzymatique des acides gras des galactolipides, les lipides les plus abondants de la biomasse végétale

Laboratoire : BIP UMR 7281 Bioénergétique et Ingénierie des Protéines

Equipe BIP2 Enzymologie dans un milieu complexe

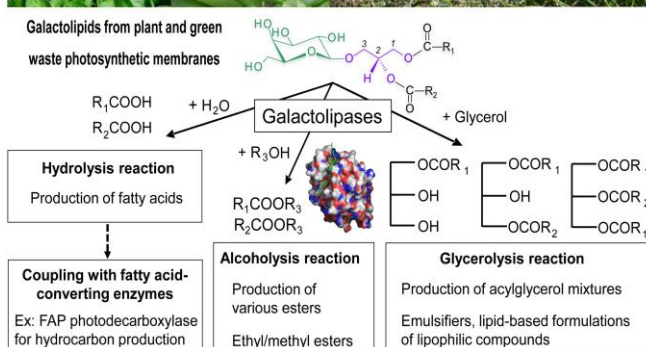
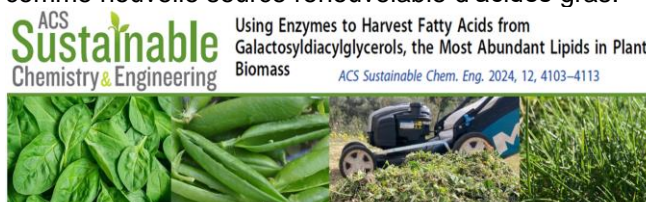
Directeur de thèse : Frédéric Carrière email : carriere@imm.cnrs.fr

Co-encadrant : Hélène Launay (RMN)

Contexte de l'étude

Les galactolipides, mono- (MGDG) et digalactosyldiglycérides (DGDG), sont les principaux composants des membranes photosynthétiques végétales et algales. Ces lipides contiendraient jusqu'à 80% des acides gras totaux présents à la surface de la terre. Ils sont également riches (>50-60%) en acides gras polyinsaturés essentiels de la série oméga-3 (ALA, EPA, DHA). Cependant ils sont dispersés dans la biomasse et beaucoup moins accessibles que les acides gras des lipides de réserves (triglycérides) que l'on peut obtenir facilement par pression des fruits et graines oléagineuses. Une extraction par des solvants organiques nécessiterait d'énormes volumes de biomasse à traiter et n'est pas économiquement viable ni souhaitable selon les critères de la chimie verte. La découverte et la caractérisation de lipases pouvant hydrolyser les galactolipides de feuilles, de déchets verts et de microalgues nous a permis d'accéder à ces acides gras avec des rendements élevés lors de réactions

d'hydrolyse et d'alcoolyse *in situ* [1]. Dans un contexte de compétition pour les ressources en acides gras (alimentation, biocarburants et oléochimie), ces travaux ouvrent la voie à la valorisation des galactolipides comme nouvelle source renouvelable d'acides gras.



Descriptif du projet : Après avoir identifié des enzymes (la lipase pancréatique apparentée de type 2 (PLRP2) et la cutinase de *Fusarium solani*) pouvant accéder directement aux galactolipides des membranes végétales et développé leur production chez la levure *Pichia pastoris* [1], nous souhaitons développer des procédés de bioconversion *in situ* permettant de séparer facilement de la biomasse les produits issus de la dérivation des acides gras, notamment lors de réactions d'alcoolyse et de glycérolyse. Nous utiliserons comme matières premières diverses feuilles, des déchets verts et la microalgue modèle *Chlamydomonas reinhardtii* que nous étudions par ailleurs pour sa capacité à convertir le CO₂ en molécules d'intérêt via la photosynthèse [2]. Nous étudierons ces réactions *in situ* par (1) spectroscopie Infrarouge FTIR en transmission, comme nous l'avons déjà fait avec des chloroplastes isolés d'épinard [3], par FTIR-ATR directement sur des feuilles [1] et par (2) spectroscopie RMN [4]. Cette dernière nous permettra également d'étudier par DOSY la physico-chimie des mélanges de lipides et surfactants (glycérides partiels) obtenus afin d'évaluer leurs applications potentielles (systèmes autoémulsifiants, drug delivery).

Références Bibliographiques

- [1] S. Amara, J. Lecomte, B. Barouh, M. Sahaka, D. Lafont, J.D. Rodier, G. Parsiegla, F. Demarne, B. Gontero, P. Villeneuve, F. Carrière, Using Enzymes to Harvest Fatty Acids from Galactosyldiacylglycerols, the Most Abundant Lipids in Plant Biomass, *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 12 (2024) 4103–4113.
- [2] H. Launay, L. Avilan, C. Gerard, G. Parsiegla, V. Receveur-Brechot, B. Gontero, F. Carriere, Location of the photosynthetic carbon metabolism in microcompartments and separated phases in microalgal cells, *FEBS Lett*, 597 (2023) 2853-2878.
- [3] M. Sahaka, E. Mateos-Diaz, S. Amara, J. Wattanakul, D. Gray, D. Lafont, B. Gontero, H. Launay, F. Carriere, In situ monitoring of galactolipid digestion by infrared spectroscopy in both model micelles and spinach chloroplasts, *Chem Phys Lipids*, 252 (2023) 105291.
- [4] M. Sahaka, O. Bornet, A. Marchand, D. Lafont, B. Gontero, F. Carriere, H. Launay, Monitoring galactolipid digestion and simultaneous changes in lipid-bile salt micellar organization by real-time NMR spectroscopy, *Chem Phys Lipids*, 258 (2024) 105361.