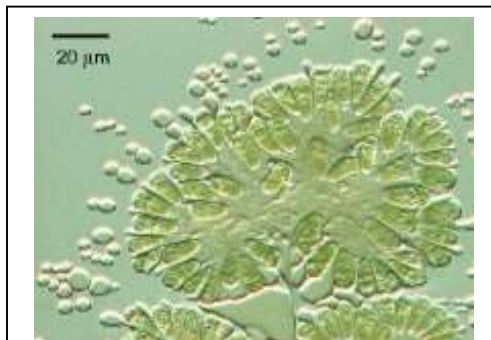


Offre de thèse de doctorat (Nantes Université) :

Etude du couplage d'un procédé fluide avec un photobioréacteur en vue de la récupération douce d'hydrocarbures de microalgues (*Botryococcus braunii*)

Contexte : parmi les nombreuses espèces de microalgues offrant un potentiel en termes de production de molécules lipidiques adaptées à la formulation d'un carburant, *Botryococcus braunii* est une candidate de choix. Cette algue a en effet largement contribué, au cours d'ères géologiques anciennes comme le cambrien, à la constitution des gisements de pétrole et de schistes bitumineux. Elle a également une caractéristique intéressante, celle de former des colonies au sein desquelles elle exsude des hydrocarbures à longues chaînes carbonées, molécules particulièrement intéressantes pour la chimie verte ou un usage en biocarburant pour l'aviation du fait de leur forte densité énergétique. L'exsudation naturelle est également un avantage car la récupération d'hydrocarbures excrétée ne nécessite pas de mettre en œuvre une destruction cellulaire coûteuse en énergie.



Vue au microscope d'une colonie de microalgues *Botryococcus braunii* et des gouttelettes d'hydrocarbures produites

En revanche, cette microalgue se développe relativement lentement, son temps de doublement pouvant atteindre au mieux une trentaine d'heures. Il est donc stratégique de ne pas compromettre la viabilité des cellules lors de la récupération des hydrocarbures produits. « Milking » est le terme anglais qui désigne l'étape de récupération des exsudats de cellules ; concrètement il s'agit d'un procédé de traite, applicable ici au cas des hydrocarbures exsudés dans les colonies. Toutefois, cette étape n'est ni simple, ni universelle dans sa méthodologie. Elle doit être adaptée à la résistance et à la morphologie des cellules d'une part et d'autre part, aux molécules devant être isolées avant leur récupération finale.

Objectifs de la thèse : cette thèse s'inscrit dans le cadre général du développement d'un procédé intégré et continu de culture – extraction des hydrocarbures, solution retenue pour contrebalancer la faible vitesse de croissance de cette souche. La récupération des hydrocarbures (milking) par voie fluide constituera le cœur de cette étude. Celle-ci aura comme objectif de concevoir, étudier et optimiser la géométrie et les conditions de fonctionnement d'un système millifluidique dédié. Une méthodologie expérimentale à deux niveaux devra être mise en œuvre, comprenant l'étude et la caractérisation in situ des phénomènes hydrodynamiques et mécaniques locaux favorisant l'étape de milking et d'autre part un suivi physiologique des microorganismes afin de déterminer les conditions optimales de fonctionnement du procédé dans sa globalité. Une attention particulière devra donc être portée sur le déploiement d'une stratégie globale de conduite du procédé, par couplage du système millifluidique développé au système de culture de microalgues.

Les systèmes micro/millifluidiques font l'objet d'un engouement depuis deux décennies en raison notamment du caractère intensifié des phénomènes de transfert qui y siègent, d'une meilleure maîtrise à l'échelle locale des processus et d'une très large diversité d'applications. Cependant, ces systèmes sont

généralement mis en œuvre dans des conditions qui ne permettent de traiter que de très faibles flux de matière. Dans ce travail, on se basera sur des travaux menés depuis une dizaine d'année au GEPEA et au LTeN (voir-dessous) pour développer un système de récupération des hydrocarbures adapté aux contraintes d'un procédé de production de biomasse, c'est-à-dire capable de prendre en charge avec souplesse les flux de matière à traiter, tout en respectant la viabilité des cellules. Un volet important de l'étude portera sur la compréhension du comportement mécanique des colonies lors de l'écoulement en fonction des conditions hydrodynamiques (régime d'écoulement, effet des singularités d'écoulement), grâce à un banc permettant de visualiser in situ les écoulements. La caractérisation des taux de déformation et de rupture des agrégats sera reliée aux conditions locales d'écoulement. Un volet complémentaire de cette étude pourra porter sur l'étude de la faisabilité d'une l'extraction des hydrocarbures avec un procédé fluide en continu. Ce volet inclura l'identification d'un solvant biocompatible.

Ce travail fera l'objet d'une collaboration avec le laboratoire de Thermique et Energie de Nantes (LTeN) qui apportera au cours de cette étude son expertise sur la caractérisation des mécanismes de déstructuration des colonies par post traitement d'imagerie à haute vitesse et à petite échelle. Le LTeN et le GEPEA coopèrent depuis plus d'une décennie sur le développement de procédés milli/microfluidiques compacts basés sur des principes d'intensification des transferts et portant sur l'émulsification en ligne. Les systèmes qu'ils ont développés ont la particularité de pouvoir fonctionner à des débits beaucoup plus élevés que ce qui est pratiqué habituellement dans le domaine de la microfluidique ; ce qui offre des perspectives et une alternative pour des applications de mélange ou dispersion. Un banc instrumenté et équipé d'une caméra rapide adaptée à l'étude d'écoulements très rapides permet de caractériser finement les écoulements au sein de systèmes microfluidiques et millifluidiques.

Référence :

Victor Okorie Mkpuma, Tasneema Ishika, Navid Reza Moheimani, Houda Ennaceri, *The potential of coupling wastewater treatment with hydrocarbon production using Botryococcus braunii*. Algal Research, 74 (2023) 103214.

Profil recherché : M2 ou Ingénieur

En raison du caractère multidisciplinaire de l'étude, la/le candidat(e) recherché(e) devra idéalement avoir une bonne culture en procédés et bioprocédés ainsi qu'une connaissance sur les principaux moyens analytiques de suivi des cultures. Il/elle devra avoir une bonne aptitude pour mener des travaux expérimentaux : rigueur dans l'exécution, l'analyse des résultats et la rédaction de rapports, ainsi que des connaissances en traitement des données (maîtrise de logiciels comme matlab, python...).

Un bon niveau de français est requis.

Equipe encadrante et contacts :

Agnès MONTILLET, Professeur des Universités, GEPEA, agnes.montillet@univ-nantes.fr

Jérémy PRUVOST, Professeur des Universités, Directeur du GEPEA, jeremy.pruvost@univ-nantes.fr

Jérôme BELLETTRE, Professeur des Universités, LTeN, jerome.bellettre@univ-nantes.fr

Téodor BURGHELEA, chargé de recherche CNRS, LTeN, teodor.burghelea@univ-nantes.fr

Comment recevoir plus d'informations et candidater ? Envoyez vos questions et/ou un CV, les derniers relevés de notes M2/5A, et une lettre de motivation aux adresses électroniques de l'équipe d'encadrement avant le 22 mars 2024.