



## PhD GRANT / OFFRE D'ALLOCATION DE THESE

ÉCOLE DOCTORALE SCIENCES EXACTES ET LEURS APPLICATIONS - ED 211

NATURAL SCIENCES DOCTORAL SCHOOL

Avenue de l'université BP 1155 64 013 PAU Cedex – France



### PhD SUBJECT / SUJET DE THESE / 2020 - 2023

**Photobioréacteurs innovants pour la culture intensifiée de microalgues :  
application à la bioremédiation d'effluents urbains et industriels**

**Innovative photobioreactors for the intensive cultivation of microalgae:  
application to the bioremediation of urban and industrial effluents**

#### **RESUME ET OBJECTIFS :**

La raréfaction des ressources fossiles nécessite de se tourner vers de nouvelles biomasses renouvelables (comme les microalgues) pouvant entrer dans une chaîne de valorisation énergétique ou de matières. Les microalgues présentent l'avantage de pouvoir capter le CO<sub>2</sub> (en mode autotrophe ou mixotrophe) et d'utiliser les nutriments présents dans divers effluents urbains, agricoles et/ou agro-industriels.

Le projet de thèse a pour objet de développer des typologies innovantes de photobioréacteurs sinus-hélicoïdal (PBR - breveté) pour une production intensifiée de microalgues. L'application première visée est l'amélioration de la production de biomasses algales en milieu synthétique dans un premier temps puis en utilisant des effluents urbains ou agro-industriels. Pour la conception des PBR tubulaires à canaux ondulés (100-200 Litres, type sinus-hélicoïdal), on s'appuiera sur les développements récents réalisés au Laboratoire SIAME dans le domaine du mélange chaotique qui permet de générer des trajectoires complexes des particules (ici les microalgues) limitant le dépôt de biofilm en surface des tubes et augmentant ainsi le taux de croissance des microalgues par une meilleure accessibilité de la lumière. La capacité de mélange en écoulement laminaire est aussi importante pour éviter la dégradation des microalgues sous cisaillement important en écoulement turbulent. L'advection chaotique n'a, à ce jour, jamais été mise à profit pour des applications en tant que photobioréacteur pour la culture de microalgues.

Lors de la première année de thèse, un screening de divers effluents industriels sera testé pour la culture des microalgues à l'échelle laboratoire (microplaques ou fiole de petite capacité). En fonction des propriétés des effluents des mix de ces derniers ou des traitements en amont de la croissance microalgales pourront être testés. En parallèle, le design du PBR sera étudié et sa construction réalisée. Lors de la suite de la thèse, le PBR sinus-hélicoïdal développé sera comparé à d'autres configurations de photobioréacteurs (tubulaire hélicoïdal, système souple, colonne verticale) sur diverses souches de microalgues en milieu synthétique puis sur effluents agro-industriel. Les nombreux facteurs qui affectent le processus de croissance des microalgues : lumière, mélange, pH, température, disponibilité des nutriments seront contrôlés. On cherchera en optimisant les paramètres géométriques (design) et dynamiques (conditions d'écoulement) à augmenter le rendement de production des microalgues pour atteindre des valeurs supérieures à celles rencontrées pour les photobioréacteurs classique. Les deux approches, expérimentale et de simulation numérique seront combinées pour caractériser les performances du photobioréacteur innovant (écoulement, mélange et production de biomasse). En fin de thèse, la valorisation énergétique (*i.e.* biogaz) et agronomique des microalgues produites sera aussi regardée.

Le projet de thèse sera mené conjointement, à Pau, entre le laboratoire SIAME et l'APESA (Centre Technologique en Environnement) qui dispose d'un Plateau Technique performant de valorisation des biomasses, effluents et déchets et de compétences particulières pour la mise en œuvre de bioprocédés comme la culture des microalgues.

#### **ABSTRACT AND OBJECTIVES:**

The scarcity of fossil resources makes it necessary to turn to new renewable biomasses (such as microalgae) that can enter an energy or material value chain. Microalgae have the advantage of being able to capture CO<sub>2</sub> (in autotrophic or mixotrophic mode) and use the nutrients present in various urban, agricultural and/or agro-

industrial effluents.

The thesis project aims to develop innovative typologies of sinus-helical photobioreactors (PBR - patented) for an intensified production of microalgae. The primary application is the improvement of algal biomass production in a synthetic medium in a first step and then using urban or agro-industrial effluents. For the design of tubular PBR with wavy channels (100-200 Litres, sinus-helical type), we will rely on recent developments carried out at the SIAME Laboratory in the field of chaotic mixing, which makes it possible to generate complex trajectories of particles (here microalgae) limiting the deposition of biofilm on the surface of the tubes and thus increasing the growth rate of microalgae through better light accessibility. The mixing capacity in laminar flow is also important to avoid the degradation of microalgae under high shear in turbulent flow. Chaotic advection has, to date, never been used for applications as a photobioreactor for microalgae culture.

During the first year of the thesis, a screening of various industrial effluents will be tested for the culture of microalgae at laboratory scale (microplates or small capacity flask). Depending on the properties of the effluents, mixes of the latter or treatments upstream of microalgal growth will be tested. In parallel, the design of the PBR will be studied and its construction carried out. During the continuation of the thesis, the developed sinus-helical PBR will be compared to other photobioreactor configurations (tubular helical, flexible system, vertical column) on various strains of microalgae in a synthetic medium and then on agro-industrial effluents. The many factors that affect the growth process of microalgae: light, mixing, pH, temperature, nutrient availability will be controlled. By optimizing the geometric (design) and dynamic (flow conditions) parameters, the aim will be to increase the production yield of microalgae to reach values higher than those encountered in conventional photobioreactors. The two approaches, experimental and numerical simulation, will be combined to characterize the performance of the innovative photobioreactor (flow, mixing and biomass production). At the end of the thesis, the energetic (i.e. biogas) and agronomic valorization of the produced microalgae will also be considered.

The thesis project will be carried out jointly, **in Pau**, between the SIAME laboratory and APESA (Environmental Technology Centre) which has a high-performance technical platform for biomass, effluent and waste recovery and special skills for the implementation of bioprocesses such as microalgae culture.

## CONDITIONS D'EXERCICE / WORKING CONDITIONS

**Lab.:** SIAME – UPPA and APESA Centre Technologique au service des transitions

**web sites:** <https://siame.univ-pau.fr> and <https://www.apesa.fr/>

**PhD Supervisor:** Dr. Yves Le Guer (MC - HDR)

[yves.leguer@univ-pau.fr](mailto:yves.leguer@univ-pau.fr)

**PhD co-supervisor:** Dr. Florian Monlau (researcher)

[florian.monlau@apesa.fr](mailto:florian.monlau@apesa.fr)

**Place (Lieu):** Pau

**Start (Date début):** 1st November 2020

**Duration (Durée) :** 3 years

**Employer (Employeur) :** Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

**PhD co-funding (Co-financement de thèse) :** APESA

**Monthly salary before taxes (Salaire mensuel brut) :** 1768 € (1421 € net)

## REQUIRED COMPETENCES / COMPETENCES REQUISES

Applicants must have a Master degree in the field of process engineering (or bioprocesses), fluid mechanics, heat and transfers, energetics

A first experience in numerical simulation is desired: CFD softwares, Matlab, etc.

The candidates must demonstrate:

- A good organization, dynamism, creativity
- Ability to present results issued from its research
- Ability to work in a multidisciplinary team and to be able to show autonomy in his work.
- English proficiency
- Basic French is necessary

## APPLICATION FILE / DOSSIER DE CANDIDATURE

Send your application by email to Yves Le Guer ([yves.leguer@univ-pau.fr](mailto:yves.leguer@univ-pau.fr)) and Florian Monlau ([florian.monlau@apesa.fr](mailto:florian.monlau@apesa.fr)).

The application should include:

- CV
- letter of motivation
- ratings and rankings of Master's degree
- 2 contact information of at least two academic referees

Selection process steps:

- Establishment of the selection committee
- Evaluation of the applicants cv's
- Interview with the selected candidates and ranking

**APPLICATION DEADLINE / DATE LIMITE DE CANDIDATURE :**

**30/05/2020**

## CONTACTS :

If you have any questions, please do not hesitate to contact Dr. Yves Le Guer ([yves.leguer@univ-pau.fr](mailto:yves.leguer@univ-pau.fr)) and Dr. Florian Monlau ([florian.monlau@apesa.fr](mailto:florian.monlau@apesa.fr))