

## **Titre du Projet de Thèse : Etude, modélisation et commande d'un photobioréacteur pilote à dilution du flux solaire.**

**École Doctorale : Sciences pour l'Ingénieur / UCA - Clermont Auvergne INP**

**Laboratoire : Institut Pascal (UMR 6602) – Campus universitaire des Cézeaux – Bât. Polytech - 2, avenue Blaise Pascal, – 63178 AUBIERE Cedex.**

**Directeur de thèse : Jean-François Cornet, Axe GePEB, [jean-francois.cornet@sigma-clermont.fr](mailto:jean-francois.cornet@sigma-clermont.fr), [www.tinyurl.com/y5vzce7q](http://www.tinyurl.com/y5vzce7q))**

**Co-encadrement de thèse : Céline Laroche, Jérémie Dauchet, Fabrice Gros, Thomas Vourc'h, (axe GePEB)**

**Début prévu : 1<sup>er</sup> septembre ou 1<sup>er</sup> octobre 2023.**

**Description du Projet** : Au 21<sup>ème</sup> siècle, l'homme va devoir relever de nombreux défis dont la production massive d'énergies renouvelables et de molécules plateforme pour palier la fin de l'ère du pétrole. Cela peut s'envisager en refaisant, avec des constantes de temps très courtes, ce que la photosynthèse et la dégradation naturelle de la biomasse sur plusieurs centaines de millions d'années ont réalisé. Il s'agit donc de développer une véritable ingénierie de la photosynthèse, à haute efficacité, pour mettre au point des procédés de conversion de l'énergie solaire en molécules d'intérêt, à vocation énergétique (biomasse, biofuels,...), ou intermédiaires chimiques à partir de CO<sub>2</sub>. Ainsi, des cinétiques volumiques et des efficacités énergétiques élevées ne pourront être atteintes que par le biais de photobioréacteurs intensifiés dans lesquels sont cultivés des micro-organismes photosynthétiques (micro-algues ou cyanobactéries), à l'opposé des pratiques agricoles qui président aujourd'hui à l'obtention des biocarburants de première et deuxième générations notamment.

Dans cette perspective, le laboratoire a développé un photobioréacteur pilote à haute productivité volumique. Il garantit une efficacité thermodynamique maximale, donc également une productivité surfacique élevée, grâce au concept de dilution du flux solaire en volume qui a été théorisé au laboratoire (Cornet J-F, 2010, *Chem. Eng. Science*, 65 : 985-998), appuyé sur un éclairage interne du volume de culture. Le sujet de thèse consiste à prendre en charge le démonstrateur solaire, réaliser des expériences en continu avec deux types de micro-organismes photosynthétiques (une cyanobactérie et une microalgue) sur des durées significatives en lumière solaire. Les résultats expérimentaux seront confrontés à des modèles de connaissance multi-échelles disponibles en géométrie complexe. Ces modèles pourront être améliorés en intégrant la prise en compte de la variation temporelle des teneurs en pigments des micro-organismes et le calcul de leurs propriétés radiatives. Leur résolution sous forme intégrale par la méthode de Monte Carlo doit ensuite les rendre compatibles avec leur utilisation en commande prédictive de niveau 1, basée sur la prévision météo de l'éclairement des jours suivants.

Le doctorant travaillera dans un cadre collaboratif large, varié et pluridisciplinaire, d'abord au sein de l'Institut Pascal, mais également au niveau national, aussi bien avec les

collègues référents en solaire (PROMES Perpignan/Odeillo), qu'avec les collègues concernés par les méthodes de résolution en intégrales de chemin (LAPLACE à Toulouse, plateforme EDStar : <http://www.edstar.cnrs.fr/prod/fr/>).

**Compétences requises par le candidat** : Nous recherchons un candidat possédant un diplôme d'ingénieur ou Master 2 avec une solide formation et des compétences dans tout ou partie des domaines du génie des procédés et de l'énergétique. Le candidat ne devra pas être rebuté par les aspects techniques et la manipulation des microalgues. Il sera également intéressé par les problématiques de modélisation et de codage numérique qui sont menées en parallèle au laboratoire. La motivation et la capacité à travailler en équipe seront des critères clé de la sélection.

**Le laboratoire d'accueil** : L'Institut Pascal (UMR-CNRS 6602), seul laboratoire de recherche en sciences pour l'ingénieur du site clermontois (220 permanents, 400 chercheurs) est également un acteur majeur du challenge de recherche ITPS (Innovative Transportation and Production Systems) du projet I-SITE clermontois. Le candidat intégrera l'axe GePEB (Génie des Procédés, Energétique et Biosystèmes, 25 permanents) au sein duquel des recherches sur la modélisation et l'optimisation des photobioréacteurs sont conduites depuis 30 ans, ce qui en fait un leader international du domaine. Cette thématique, accompagnée d'autres applications solaires (photosynthèse artificielle) ou de procédés de fermentation sombre, est au cœur du défi « énergies du futur » au sein du challenge ITPS qui permettra le financement de la présente proposition de thèse. Les expérimentations se dérouleront sur la plateforme PAVIN Solaire, équipée d'un héliostat de 3,5 m<sup>2</sup> permettant de renvoyer en permanence le flux solaire direct sur un photobioréacteur pilote de 30 L et 8 m<sup>2</sup>.

