

ED STIC - Proposition de Sujets de Thèse pour la campagne d'Allocation de thèses 2017

Axe Sophi@Stic :	<input type="text" value="Environnement"/>
Titre du sujet :	<input type="text" value="optimisation de la production de biocarburant lipidique par des microalgues"/>
Mention de thèse :	<input type="text" value="ATSI"/>
HDR Directeur de thèse inscrit à l'ED STIC :	<input type="text" value="Olivier Bernard"/>

Co-encadrant de thèse éventuel :

Nom :	<input type="text"/>
Prénom :	<input type="text"/>
Email :	<input type="text"/>
Téléphone :	<input type="text"/>

Email de contact pour ce sujet :	<input type="text" value="olivier.bernard@inria.fr"/>
Laboratoire d'accueil :	<input type="text" value="INRIA"/>

Description du sujet :

Les biocarburants issus de microalgues semblent être une alternative particulièrement prometteuse aux agrocarburants de première génération : en effet les microalgues permettent d'atteindre des rendements à l'hectare d'un facteur dix à trente fois supérieur, sans concurrence avec l'agriculture vivrière et sans que des engrais ou des pesticides soient relargués vers les nappes phréatiques.

Les microalgues sont généralement cultivées dans des étangs à haut rendement (« raceways ») ou dans des photobioréacteurs, qui permettent d'optimiser les conditions de croissance afin de se rapprocher de l'optimum théorique de la photosynthèse, dont le rendement de conversion de l'énergie solaire est de l'ordre de 12%. Ces procédés requièrent néanmoins une quantité importante d'énergie pour mélanger le milieu de culture et pour récolter les microalgues en

suspension, ce qui limite fortement leurs avantages environnementaux.

L'INRIA a développé au cours de ces dernières années, de nombreux modèles décrivant, à différentes échelles temporelles, la croissance et l'accumulation de lipides. Nous sommes parmi les plus avancés au niveau international, en particulier pour la modélisation et le contrôle des microalgues. Nous travaillons en étroite collaboration avec le Laboratoire d'océanographie de Villefranche (LOV) associé à l'équipe BIOCORE, où nous effectuons des expériences pour valider nos résultats théoriques.

L'objectif de la thèse est de développer des stratégies de contrôle optimal pour maximiser la productivité de lipides microalgal en dépit de changements permanents de température et de lumière.

Dans cette perspective, un modèle dynamique de photosynthèse et de stockage de carbone (décrit par un système d'équations différentielles ordinaires) sera amélioré et inclura un modèle plus fin incluant la cinétique d'acclimatation des microalgues.

Ce modèle permettra d'élaborer une stratégie de contrôle avancée pour optimiser la productivité des microalgues. L'une des difficultés du procédé de culture est sa non stationnarité en raison du forçage périodique par la lumière et la température. L'objectif principal de la thèse est d'améliorer la productivité, en intégrant les entrées périodiques qui agissent sur le métabolisme. L'analyse du modèle dynamique simplifié guidera le développement d'une stratégie de contrôle optimale basée sur le principe de Pontryagin.

Dans une deuxième étape, des algorithmes de contrôle en boucle fermée, adaptés au flux de photons incidents mesurés, permettront d'optimiser en temps réel le rendement du système.

Les travaux théoriques seront validés et confrontés à des procédés expérimentaux dans le cadre du Laboratoire d'Océanographie de Villefranche-sur-mer, associé à l'équipe Biocore.

URL : <ftp://ftp-sop.inria.fr/biocore/OBERNARD/MyPublications/>

English version:

Biofuels from microalgae are a particularly promising alternative to first-generation biofuels: indeed microalgae can achieve yields per hectare from ten to thirty times higher than classical biofuels. They do not compete with food crops and no fertilizers or pesticides are leached to groundwater.

Microalgae are generally grown in high yield ponds ("raceways") or in photobioreactors, which optimize the growth conditions. They tend to approach the theoretical optimum of photosynthesis from solar energy (in the order of 12%). These processes still require a significant amount of energy to mix the culture medium and to harvest microalgae in suspension, which greatly limits their environmental benefits.

The Biocore team has developed in recent years many models describing growth and lipid accumulation at different scales. We are among the most advanced at international level,

especially for modelling and control of microalgae. We work in close collaboration with the Laboratory of Oceanography from Villefranche (LOV) which belongs to the BIOCORE project team, where we perform experiments.

The aim of the thesis is to develop optimal control strategies to maximize microalgal lipid productivities despite permanent changes in temperatures and light.

In this perspective, a dynamical (ODE based) model of photosynthesis and carbon storage will be improved and extended with a refined submodel including the acclimation dynamics.

This model will support an advanced control strategy to optimize the culturing process. One of the difficulty for microalgae process is their non stationarity due to periodic forcing by light and temperature. The main goal of the work is to enhance productivity, in the framework of a periodic signal triggering metabolic stresses. The analysis of the simplified dynamical models system, will guide the development of an optimal control strategy based on Pontryagin's principle.

In a second stage, closed loop control algorithms, adapted to the measured incident photon flux, will be derived to online optimize the yield of the system.

These theoretical works will be validated and compared with experimental processes developed in the Oceanography Laboratory of Villefranche-sur-mer, associated with Biocore team.

URL : <ftp://ftp-sop.inria.fr/biocore/OBERNARD/MyPublications/>