

François-Noël GILLY

Exemplaire à envoyer au service des études doctorales par courriel à [chantal.gourouvin@univ-lyon1.fr](mailto:chantal.gourouvin@univ-lyon1.fr)

## UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON I

DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT (Arrêté du 7 août 2006)

Date prévue pour la soutenance : 3 décembre 2012 ..... N° d'étudiant 

1	0	9	1	2	2	1	9
---	---	---	---	---	---	---	---

Nom et Prénom de l'auteur : Valiorgue Pierre .....

Titre de la thèse : Transfert de masse dans les écoulements gaz-liquide horizontaux et application aux photobioréacteurs / Mass transfer in intermittent horizontal gas-liquid flow and application to photobioreactors  
.....

---

### Résumé de la thèse :

Sécuriser un approvisionnement fiable de micro-algues est récemment devenue un enjeu industriel. Pour assurer la croissance de micro-algues dans des photobioréacteurs clos, un transfert de masse optimum de l'oxygène et du dioxyde de carbone doivent être assurés. Dans cette thèse, une étude du transfert de masse gaz-liquide dans les conduites horizontales a été menée. Dans les trois premiers chapitres, un modèle unidimensionnel de transfert de masse dans le photobioréacteur a été développé. Tout d'abord, le transfert de masse entre une bulle de gaz allongée et un écoulement liquide turbulent a été étudié expérimentalement. En considérant l'interface comme étant plane, les coefficients de transfert de masse mesurés sont proches d'une corrélation de Lamourelle (1972). Le modèle de Taitel pour les écoulements stratifiés a été comparé à des modèles plus complets pour la prédiction de l'interface des bulles allongées. Une approche analytique basée sur un bilan de masse et utilisant les modèles testés a ensuite été développée et adaptée à un photobioréacteur afin de prédire l'efficacité de la conversion du CO<sub>2</sub> en biomasse en fonction des paramètres d'exploitation. Les deux derniers chapitres visent à développer une simulation numérique du transfert de masse gaz-liquide. Une mesure de la concentration en CO<sub>2</sub> dans le sillage d'une bulle de gaz ascendante a été effectuée à l'aide d'une méthode améliorée de traitement des données de Fluorescence Induite par Plan Laser (FIPL). Enfin, une simulation numérique de ces mesures a été réalisée sous COMSOL.

Securing a reliable supply of microalgae has recently become an industrial stake. To ensure successful growing of microalgae in enclosed, tubular photobioreactor systems, an optimum mass transfer of oxygen and carbon dioxide should be secured. In this thesis an investigation of the gas-liquid mass transfer in horizontal pipes has been conducted. In the first three chapters, a one dimensional mass transfer model in horizontal gas-liquid flows will be developed and applied to horizontal photobioreactors. Firstly, a study of mass transfer between an elongated gas bubble under a turbulent liquid flow immobilized in a duct has shown that under the hypothesis considering the interface as a flat plane estimated, the measured mass transfer coefficients appear to be well fitted by a correlation from Lamourelle (1972). The interface prediction for stratified flows have been compared to more complete unit-cell models for intermittent flow interface and found to be a good

first estimate. The photobioreactor's conversion efficiency of CO<sub>2</sub> into biomass as a function of operating parameters is investigated using an analytical approach to complete the mass balance and classical two-phase flow approach from Taitel (1976). The last two chapters aim at developing a numerical simulation of gas-liquid mass transfer. A measurement of CO<sub>2</sub> wake structures behind free rising bubbles have realised using an improved data treatment method for Planar laser-induced fluorescence (PLIF) and pH sensitivity of fluorescein sodium. Finally, an implementation of the experimental measurements has been realized using COMSOL.