

Fonds de recherche ENERBIO Résultats Thèses 2^{ème} Appel à projets 2007

Sommaire

	Page
<i>Optimisation des conditions de pyrolyse rapide de biomasse en lit fluidisé, pour la préparation d'une charge liquide de gazéification suivie d'une synthèse de biocarburants de type Fischer-Tropsch</i>	2
<i>Criblages génomique et fonctionnel de champignons filamenteux pour complémentation du sécrétome de <i>Trichoderma reesei</i></i>	3
<i>Relation réactivité structure en conversion hydrothermale des macromolécules de lignocellulose</i>	4
<i>Modélisation de l'offre de biocarburants à l'échelle européenne, échanges intra-et extra-européens, effets croisés avec les marchés pétroliers, et "contrainte carbone"</i>	5
<i>Modélisation du comportement de miscanthus sous contraintes azotée et hydrique. Analyse comparée de l'efficacité énergétique de systèmes de cultures à vocation énergétique</i>	6

APPEL A THESES 2007

Sujet de thèse *Optimisation des conditions de pyrolyse rapide de biomasse en lit fluidisé, pour la préparation d'une charge liquide de gazéification suivie d'une synthèse de biocarburants de type Fischer-Tropsch*

Résumé

La voie thermochimique la plus prometteuse pour la production à grande échelle de biocarburants de synthèse consiste en un procédé de gazéification en réacteur à flux entraîné (RFE) suivi d'une synthèse Fischer-Tropsch. Mais le développement de la filière nécessite une organisation de l'approvisionnement en ressources, dont l'idée serait de pré-conditionner et densifier énergétiquement la biomasse dès la récolte avant son transport vers une unité centrale de gazéification.

La filière de pré-conditionnement retenue dans ce projet de thèse est la pyrolyse rapide qui permet de convertir thermiquement la biomasse en charges liquides (bio-huiles) potentiellement acceptables par les gazéificateurs, avec de surcroît un nivellement de la variabilité de la biomasse et de bonnes efficacités (matière/énergie) de transformation. Le verrou majeur qui reste à lever consiste essentiellement à contrôler et minimiser la teneur des bio-huiles en minéraux, qui sont présents en plus ou moins fortes quantités dans la biomasse suivant les ressources (bois, pailles...), mais qui sont indésirables (vis-à-vis de la stabilité des bio-huiles et des étapes de valorisation).

L'objectif principal de la thèse sera donc d'optimiser un procédé de pyrolyse rapide en lit fluidisé dense en termes de rendement masse-énergie et d'efficacité de séparation des polluants inorganiques et ce, pour des biomasses originellement plus ou moins cendreuses. D'un point de vue scientifique, il visera également à mieux comprendre

- l'influence néfaste des réactions hétérogènes vapeurs / charbons sur le rendement en bio-huiles.
- l'origine et la localisation physique des polluants inorganiques dans les bio-huiles.

De telles informations permettront de préciser les conditions optimales de pyrolyse rapide pour cet applicatif particulier, et d'identifier les améliorations à apporter au procédé.

Le travail s'appuiera sur une démarche essentiellement expérimentale à partir d'un pilote laboratoire de pyrolyse rapide en cours de construction au CIRAD. Après une phase de qualification du pilote, la campagne expérimentale visera à déterminer l'impact des principaux paramètres opératoires du procédé sur la répartition et la composition des différents produits pyrolyse.

Organisme de recherche

CIRAD – UPR Biomasse – Energie
Encadrant CIRAD : M. François BROUST

Ecole doctorale

E.D. n°410 : Sciences et Ingénierie des ressources procédés produits environnement, Nancy

Directeur de Thèse

Jacques LEDE, CNRS – Laboratoire des Sciences du Génie Chimique, Nancy

Etudiant

Naoufel JENDOUBI

Durée

36 mois

APPEL A THESES 2007

Sujet de thèse *Criblages génomique et fonctionnel de champignons filamenteux pour complémentation du sécrétome de *Trichoderma reesei*.*

Résumé Les matériaux ligno-cellulosiques sont abondants et bon marché et représentent une source alternative pour la production de bioéthanol. L'étape primordiale de la conversion de la ligno-cellulose en éthanol est l'hydrolyse enzymatique de la cellulose en sucres fermentescibles. Or, cette hydrolyse n'est souvent pas complète à cause de la complexité du substrat. Les enzymes utilisées pour cette étape sont produites par *Trichoderma reesei*, un champignon capable de sécréter des quantités importantes d'enzymes et notamment de cellulases. En tant qu'organisme modèle et d'un grand intérêt pour l'industrie, son génome a été séquencé par le DOE. Les premières analyses de la composition de ce génome ont révélé que relativement peu de gènes codent pour des enzymes actives sur cellulose et hémicellulose (glycozymes) comparé à d'autres champignons, et que ces gènes ne montrent pas une très grande diversité. Une voie intéressante pour combler ce déficit est la complémentation des enzymes produites par *T. reesei* par des enzymes provenant d'autres champignons. Afin d'identifier les bons candidats deux voies complémentaires seront explorées dans cette thèse :

1. **L'analyse *in silico* des génomes** séquencés et annotés d'une quinzaine de champignons filamenteux. La comparaison des séquences de gènes avec celles existantes dans les bases de données permet d'identifier des enzymes cellulolytiques, hémicellulolytiques et lignolytiques qui sont absentes chez *T. reesei* et susceptibles de compléter son jeu d'enzymes.

2. **Le criblage à haut-débit de champignons filamenteux** présents dans le Centre International de Ressources Microbiennes-Champignons Filamenteux de Marseille et ceux provenant de nouvelles opérations de collectes dans des biotopes ciblés (essentiellement dans des forêt tropicales humides).

Les gènes correspondants aux enzymes ainsi identifiées seront clonés dans un vecteur permettant une forte expression afin d'obtenir des quantités suffisantes d'enzymes pour leur caractérisation et pour une évaluation des activités.

Organisme de recherche **I.F.P.**
Encadrant IFP : Mme Senta BLANQUET

Ecole doctorale Université de Provence – Sciences de la vie et de la santé

Directeur de Thèse Marcel ASTHER

Etudiant Laetitia POIDEVIN

Durée 36 mois

APPEL A THESES 2007

Sujet de thèse *Relation réactivité structure en conversion hydrothermale des macromolécules de lignocellulose*

Résumé L'objet de cette thèse est de construire un modèle prédictif de la conversion de la biomasse lignocellulose. L'enjeu est d'établir une relation entre la structure des macromolécules de lignocellulose et leur réactivité dans le cas de la conversion thermique en milieu eau critique.

Les conditions hydrothermales dans l'eau sous pression (20-30MPa) et à haute température (250-400°C) ont été retenues pour étudier les mécanismes de conversion de la lignocellulose. L'effet solvant particulièrement recherché conduit à limiter les réactions secondaires de polycondensation et rend possible une démarche d'identification des produits de réaction.

L'objectif de la thèse est d'établir un modèle de connaissance (réseau réactionnel) qui intègre les différents mécanismes de conversion des macromolécules cellulose, hemicellulose, lignine. Le développement d'un tel modèle nécessite la connaissance de la composition chimique des effluents obtenus après conversion des macromolécules. Ces effluents constituent des mélanges complexes de composés pour lesquels une caractérisation moléculaire n'est pas accessible. Afin de proposer des réseaux réactionnels de conversion, il sera nécessaire de développer de nouvelles méthodes analytiques pour caractériser la totalité d'un effluent.

Les réseaux réactionnels de conversion de la lignocellulose définis à partir de sa structure chimique seront validés et enrichis par l'étude expérimentale menée sur les biopolymères modèles puis sur la biomasse lignocellulose réelle.

Les connaissances acquises permettront d'orienter le procédé vers l'obtention de composés valorisables comme bases "carburants".

Organisme de recherche **I.F.P.**
Encadrant IFP : Mme Nadège CHARON

Ecole doctorale Ecole Supérieure Physique Chimie de Bordeaux (ESCPB)

Directeur de Thèse François CANSSELL

Etudiant Jérémie BARBIER

Durée 36 mois

APPEL A THESES 2007

Sujet de thèse *Modélisation de l'offre de biocarburants à l'échelle européenne, échanges intra-et extra-européens, effets croisés avec les marchés pétroliers, et "contrainte carbone"*

Résumé Un aspect important de la thèse proposée consiste en la modélisation de l'offre et de la demande des différents biocarburants dans l'Union Européenne.

Deux modèles d'offre agricole ont été développés par l'UMR d'économie publique de l'INRA : OSCAR et AROPAj. En fonction de la demande fixée en biocarburants, le programme permet de déterminer des coûts marginaux pouvant servir de référence pour la définition de prix d'équilibre. La compétitivité des biocarburants dépend de la valeur de ces coûts marginaux.

Le doctorant devra tout d'abord compléter la modélisation existante des filières de transformation en biocarburants. Une modélisation plus complète des filières, prenant en compte les contraintes d'incorporation de biocarburants et aussi les objectifs de rentabilité des raffineurs, pourra être obtenue en couplant les modèles évoqués avec le modèle de raffinage développé par l'IFP.

Ce travail de thèse sera basé sur un modèle différent du précédent pour la partie agricole (AROPAj) dans lequel les activités biocarburants restent à intégrer, et parce qu'il prendra en compte les échanges internationaux. Une première réflexion sera également menée sur la possibilité d'intégrer dans les modèles les filières lignocellulosiques issues de cultures sur des terres agricoles.

Il s'agit donc d'abord de compléter les modèles existants à l'échelle de la France pour les rendre utilisables à l'échelle européenne, notamment en :

- tenant compte des fiscalités différentes entre les pays de l'Union Européenne,
- modélisant les échanges possibles entre pays,
- incluant les filières lignocellulosiques (éthanol et Biomass to Liquid) sur terres agricoles,
- incluant les importations extra-européennes (matières premières et produits transformés).

Un autre objectif de la thèse consiste en l'introduction d'un objectif de réduction des émissions de CO₂ et des autres principaux gaz à effet de serre. Il conviendra d'intégrer les émissions sur l'ensemble des filières biocarburants, en comparaison avec les émissions des filières carburants conventionnels, selon une démarche de type Analyse du Cycle de Vie, intégrant plus largement les différents impacts environnementaux des biocarburants, notamment sur les ressources en eau.

Organisme de recherche **I.F.P.**

Encadrant IFP : Mme Anne PRIEUR-VERAT

Ecole doctorale ABIES – UMR – INRA – INA-PG

Directeur de Thèse Pierre-Alain JAYET

Etudiant Mélissa CLODIC

Durée 36 mois

APPEL A THESES 2007

Sujet de thèse *Modélisation du comportement de miscanthus sous contraintes azotée et hydrique. Analyse comparée de l'efficacité énergétique de systèmes de cultures à vocation énergétique.*

Résumé La production d'énergie (chaleur/électricité, carburants) à partir de biomasse est une alternative pour limiter les émissions de gaz à effet de serre. En particulier, la conversion de plantes entières par des procédés transformant la lignocellulose semble particulièrement prometteuse. Dans ce contexte, se dégage un défi agronomique : trouver les plantes les mieux adaptées à ce nouveau débouché, ajuster les conduites de culture associées et mettre au point les systèmes de cultures en lien avec les exigences environnementales et techniques liées aux bassins d'approvisionnement. De nouvelles plantes candidates semblent intéressantes pour aboutir au difficile compromis d'une productivité élevée et d'un impact minimum sur l'environnement local (fuite de nitrates, utilisation de pesticides,...) et global (émissions de gaz à effet de serre,...). Des bilans énergétiques et environnementaux sont attendus pour aider à définir l'orientation de telle ou telle plante à vocation énergétique vers un débouché optimum de façon à limiter les compétitions avec les autres usages. Pour ces nouvelles plantes en particulier, il convient de compléter les études sur la physiologie et les déterminants agronomiques de la production de biomasse. La thèse proposée a pour objectif de comparer les efficacités énergétiques, et les facteurs de variation, de quelques espèces ou systèmes candidats à une valorisation plante entière à des fins énergétiques. Différentes espèces pérennes comme miscanthus ou switchgrass ou des successions comme sorgho fibre/triticales seront comparées. Afin de permettre cette comparaison, une première étape de la thèse sera d'acquérir des données à l'échelle de la plante concernant le potentiel de production et le comportement du miscanthus sous deux contraintes abiotiques majeures : l'eau et l'azote. La démarche d'étude couplera travail expérimental et modélisation

Organisme de recherche **INRA** – Unité d'Agronomie Laon -Reims – Mons
Encadrant INRA : M. Hubert BOIZARD

Ecole doctorale ABIES – Agro ParisTech

Directeur de Thèse Marie-Hélène JEUFFROY

Etudiant Loic STRULLU

Durée 36 mois