

Valorisation de biomasse pour la production de bio-huiles par les procédés de pyrolyse rapide et de liquéfaction directe : études comparatives et analyse énergétique



THESE 2009

Titre de la thèse	Valorisation de biomasse pour la production de bio-huiles par les procédés de pyrolyse rapide et de liquéfaction directe : études comparatives et analyse énergétique.
Doctorant	Nicolas Doassans-Carrère
Université-Ecole doctorale	Sciences de l'Environnement, Aix Marseille Universités
Directeur de thèse	Dr. Olivier Boutin, Professeur à l'Université Paul Cézanne, Aix Marseille
Laboratoires d'accueil	- Laboratoire de Mécanique et Modélisation de Procédés Propres (M2P2, Aix en Provence), - Laboratoire Réactions et Génie des Procédés (LRGP, Nancy)
Responsables de thèse	- Guillain Mauviel et Jacques Lédé à Nancy - Jacques-Henri Ferrasse et Olivier Boutin à Marseille
Durée	Trois ans (fin 2009 à fin 2012). Thèse soutenue le 21 Novembre 2012

Résumé

L'objectif de ce travail est d'étudier et de comparer deux procédés de conversion de biomasse en bio-huiles : la pyrolyse rapide et la liquéfaction directe. Ces procédés peuvent déboucher sur la production décentralisée de bio-huiles qui seront ensuite transportées vers une unité centrale d'hydrotraitement permettant de les transformer en biocarburants.

L'utilisation des bio-huiles dans un procédé d'hydrotraitement nécessite de bien connaître leur composition qui dépendra des conditions opératoires de liquéfaction. En effet, ces bio-huiles sont plus ou moins facilement hydrotraitables selon leur composition organique, mais aussi selon leur stabilité thermique et leurs contenus en éléments minéraux. Les analyses des différentes fractions sont effectuées sur les échantillons récupérés lors des traitements en unités pilotes. L'autre objet de ce travail est de modéliser les flux énergétiques des deux types de procédés en s'appuyant sur les données expérimentales obtenues sur les deux unités pilotes de traitement.

Résultats

Expérimentations de pyrolyse rapide effectuées sur un réacteur cyclone et celles de liquéfaction directe à l'aide d'un réacteur batch. A partir d'une même biomasse initiale, de la sciure de hêtre, les rendements matières et les analyses des différents produits de réaction ont permis de comparer les deux procédés avec des bilans matières semblables à ceux trouvés dans la littérature (90% en pyrolyse rapide et 72 % en liquéfaction directe).

Différentes analyses ont été effectuées sur les produits issus des deux types de procédés. La principale différence entre les bio-huiles obtenues est l'absence de carbohydrates, dont le lévoglucosane, en liquéfaction alors que ces

composés sont présents en pyrolyse. Au contraire, l'acide lévulinique et des composés étheriques identifiés dans l'huile de liquéfaction, sont absents dans celle de pyrolyse.

En déduisant l'eau présente dans l'huile de pyrolyse, il apparaît que les rendements en bio-huiles sont comparables pour les deux types de procédés.

Quatre filières de pyrolyse rapide (réacteur cyclone et lit fluidisé soit avec système de trempe et avec condensation étagée) et une filière de liquéfaction directe ont été simulées. Plusieurs paramètres opératoires ont été étudiés : température de paroi, ratio massique entre les débits de gaz vecteur et de biomasse en pyrolyse rapide, la température de solution, le temps de réaction, la masse initiale de biomasse, la pression initiale du réacteur et la vitesse d'agitation en liquéfaction directe. Le facteur le plus influent est, pour les deux types de procédés, la température.

Selon les températures de réacteur, 20,2 % à 27,9% de biocarburants ont été obtenus avec le réacteur cyclone, 23,1 à 29,5 % avec le lit fluidisé et 21,2 à 23,3 % pour la liquéfaction directe. L'humidité initiale de la biomasse a peu d'influence sur les rendements matières. En revanche, elle influe largement sur les rendements énergétiques qui chutent de 60 à 30% pour le lit fluidisé et de 40 à 30% pour la liquéfaction directe, lorsque cette humidité initiale de la biomasse augmente de 40 à 90 %. Pour les faibles humidités, les filières de pyrolyse rapide affichent les meilleurs rendements énergétiques.

Pour la suite de ce travail, il s'agirait avant tout d'améliorer les bilans matières en liquéfaction directe.

D'autres paramètres opératoires pourraient être étudiés, comme par exemple l'utilisation d'un agent hydrogénant tel que l'hydrogène en liquéfaction directe, pouvant entraîner la diminution de la teneur en oxygène dans la bio-huile.

Enfin, l'étude pourrait porter sur le couplage des deux types de procédés (liquéfaction directe d'une huile de pyrolyse et/ou pyrolyse rapide d'une huile de liquéfaction) qui pourrait présenter un intérêt en tant que prétraitement avant l'étape d'hydrodéoxygénation.

Des expérimentations sur des biomasses très humides telles que les algues permettraient encore de pouvoir comparer les deux types de procédés sur ces nouveaux substrats.

Livrables

Manuscrit de la thèse

[Page de couverture de la thèse](#)

Contact

Olivier Boutin

l'Université Paul Cézanne, Aix Marseille

olivier.boutin@univ-cezanne.fr