

Avis de Soutenance

Monsieur Jean-Noël SEMAAN

Génie des Procédés

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Performance énergétique de la carbonisation hydrothermale Etude des procédés de pyrolyse et de gazéification des hydrochars

dirigés par Monsieur STEPHANE BOSTYN et Madame Veronica BELANDRIA DE MARFISI

Ecole doctorale : Energie, Matériaux, Sciences de la Terre et de l'Univers - EMSTU

Unité de recherche : ICARE - Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité, Environnement

Soutenance prévue le **vendredi 01 décembre 2023** à 14h00

Lieu : Institut de Combustion Aérothermique Réactivité Environnement (ICARE) - CNRS - 1C Av. de la Recherche Scientifique, 45100 Orléans
Salle : de conférence principale

Composition du jury proposé

M. Stéphane BOSTYN	Université d'Orléans / IUT d'Orléans / ICARE-CNRS	Directeur de thèse
Mme Claire COURSON	University of Strasbourg UNISTRA · Institut de chimie et procédés pour l'énergie, l'environnement et la santé (ICPEES)	Rapporteuse
Mme Veronica BELANDRIA	Université d'Orléans / IUT d'Orléans / ICARE-CNRS	Co-directrice de thèse
M. Jean-Henry FERRASSE	Aix-Marseille Université AMU · M2P2	Rapporteur
Mme Gaelle DUCOM	INSA Lyon - Département GEn - Laboratoire DEEP	Examinatrice
M. Guillaume DAYMA	Université d'Orléans / ICARE-CNRS	Examinateur
M. Franck GELIX		Invité
M. Iskender GOKALP		Invité

Mots-clés : carbonisation hydrothermale, pyrolyse, gazéification, bilan énergétique, syngas, déchets agricoles

Résumé :

La carbonisation hydrothermale (HTC) est une voie prometteuse de valorisation énergétique de la biomasse humide. Elle permet de produire notamment un matériau combustible carboné appelé «hydrochar». L'objectif général de cette thèse est d'étudier le potentiel des hydrochars comme vecteurs énergétiques. Les hydrochars de cette étude sont obtenus par l'HTC de deux biomasses considérées comme déchets agricoles : les grignons d'olives (GO) et la bagasse d'Agave Salmiana (AB). La composition chimique de ces biomasses représente un facteur important pour les procédés thermochimiques. Une étude comparative de méthodes analytiques pour quantifier les constituants de la biomasse est réalisée. Une stratégie pour le choix de la méthode est également proposée. Outre la composition chimique, les conditions opératoires ont également un impact sur le procédé étudié. Un plan Doehlert est employé pour évaluer les effets de la température (T) et de la durée de traitement (t) sur les propriétés des hydrochars de GO et d'AB. Les conditions optimales ciblant des pouvoirs calorifiques supérieurs, des rendements massiques et énergétiques élevés, sont déterminées. Une évaluation énergétique globale de l'HTC est en outre réalisée. Trois scénarios sont étudiés visant le devenir de la phase liquide issue de l'HTC. Des méthodologies de plan d'expériences et d'analyse de la surface de réponse ont permis de définir les plages de bilan énergétique positif pour chaque scénario. Par ailleurs, la pyrolyse et la gazéification couplées à l'HTC est une option intéressante permettant de convertir les hydrochars, en gaz riche en H₂, CO et CH₄. Deux hydrochars sont sélectionnés pour cette étude en fonction de la sévérité de l'HTC. Leurs comportements sont évalués sous des conditions opératoires variables telles que des vitesses de chauffe élevées (100 à 800°C/min) et des atmosphères réactives différentes. Une étude cinétique de la pyrolyse de ces hydrochars basée sur des modèles isoconversionnels est également menée. Elle montre que des relations de linéarité sont obtenues avec les modèles appliqués permettant de déterminer des énergies d'activation apparentes pour des taux de conversion du solide compris entre 0,1 et 0,7. De plus, il s'avère que l'HTC influence la décomposition de l'hydrochar pendant la pyrolyse, avec des variations selon la matière première. Par exemple, l'hydrochar provenant de GO est plus susceptible à la pyrolyse

que celui provenant d'AB. Finalement, les vitesses de chauffe élevées et la nature de l'atmosphère réactive ont également un impact sur les rendements des produits et la composition du syngas. Chaque matière première présente des variations propres en réponse aux paramètres susmentionnés. Les hydrochars les moins carbonisés produisent du syngas avec un pouvoir calorifique inférieur le plus élevé. Cela confirme l'effet bénéfique de l'HTC sur la pyrolyse et la gazéification de GO et AB.