

**THÈSE PRÉSENTÉE A L'UNIVERSITÉ D'ORLÉANS
POUR OBTENIR LE GRADE DE
DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ D'ORLÉANS**

PAR Ayoub MISSAOUI

**ÉCOLE DOCTORALE
ENERGIE, MATERIAUX, SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**
Discipline: Génie des Procédés

**Étude de la conversion de la biomasse en énergie par
un procédé hydrothermal de carbonisation
Caractérisation des produits issus des grignons d'olive**

Soutenue Publiquement **le 29 novembre 2018 à 10h00**

Campus CNRS Orléans, 1C avenue de la recherche scientifique, amphithéâtre Charles Sadron

MEMBRES DU JURY :

Cyril AYMONIER	DR CNRS, ICMCB Bordeaux, Rapporteur
Jean-François BRILHAC	Professeur, Université Haute-Alsace, Rapporteur
Pascal LAROCHE	Directeur R&D, Five Pillard Marseille, Examineur
Anne ROUBAUD	Ingénieur docteur, CEA Grenoble, Examinatrice
Brahim SARH	Professeur, Université d'Orléans, Examineur
Véronica BELANDRIA	Maitre de conférences, Université d'Orléans, Co-encadrante
Iskender GÖKALP	DR CNRS émérite, ICARE Orléans, Co-directeur de thèse
Stéphane BOSTYN	Maitre de conférences, HDR, Université d'Orléans, Directeur de thèse

RÉSUMÉ

La carbonisation hydrothermale (HTC) est un procédé de conversion en énergie de la biomasse dans l'eau sous critique (180-250°C) pour des pressions comprises entre 10 et 40 Bars. Ce procédé conduit à la production d'un matériau solide carboné appelé "hydro-char". L'objectif de ce travail est d'optimiser le procédé HTC par l'étude des performances de l'hydro-char comme source d'énergie. La biomasse étudiée est un résidu d'extraction d'huile d'olive dénommé grignons d'olive constitués de peau, de pulpe et de noyau dont le taux d'humidité est de 70%. Ces grignons d'origine marocaine ont été préalablement séchés (GOS). Au cours de l'HTC, la biomasse est décomposée *via* des réactions de déshydratation et de décarboxylation. Les hydro-chars ont des taux d'humidité inférieurs, un taux en carbone supérieurs et un taux de cendres inférieurs aux GOS. Les hydro-chars ont un PCS plus élevé que celui de la tourbe et de lignite de l'ordre de 18,2 et 25,0 MJ.kg⁻¹ respectivement. Les résultats montrent que le rendement et les propriétés de l'hydro-char dépendent surtout de la température du procédé. Pour mieux analyser l'effet des conditions opératoires, l'approche des plans d'expériences a été appliquée pour optimiser et modéliser le procédé HTC. Grâce au plan de Doehlert, on peut relier les propriétés de l'hydro-char avec son rendement massique et son comportement thermique de combustion. La représentation des surfaces de réponses a permis de définir les zones de production d'hydro-char avec ses propriétés permettant d'orienter l'élaboration de l'hydro-char pour répondre aux critères d'une application prédéfinie. La composition du liquide issu de l'HTC des GOS dépend des conditions opératoires montre. Le carbone soluble dans ce liquide lui donne un pouvoir polluant (DCO = 1,45 g.L⁻¹). Pour pallier ce problème, deux procédés de traitement ont été testés : l'évaporation et l'oxydation en voie humide. Enfin, un bilan énergétique global sur le procédé a été appliqué. Les résultats de ce bilan ont montré que la quantité d'eau utilisée pour le traitement HTC est le facteur le plus influent. Le contrôle de ce paramètre permet d'obtenir une balance énergétique positive entre l'énergie disponible et l'énergie consommée.