



RÉSUMÉ DE THESE

« Mise en œuvre de catalyseurs hétérogènes à base de charbon pour la catalyse d'esters éthyliques d'huiles végétales pour la production de biodiesel »

Présenté par DEJEAN Aristide, doctorant au LBEB (2iE)

Résumé

Le biodiesel produit par transestérification des triglycérides contenus dans les ressources lipidiques pouvant se substituer au diesel fossile dans le domaine des transports fait l'objet actuellement d'un intérêt croissant. Ces dernières années, d'importantes activités de recherche ont été consacrées à l'identification de catalyseurs solides pouvant être utilisés pour améliorer les rendements tout en réduisant le coût de production du biodiesel. Ces travaux de thèse s'inscrivent d'une part dans une démarche d'optimisation de procédé, surtout sur la partie catalyse de la réaction par utilisation de catalyseurs solides à base de charbon actif issus de procédés de préparation simples d'une part, et d'autre part dans une stratégie d'amélioration de la compétitivité d'un procédé de synthèse d'EEHV permettant d'obtenir par la suite un biodiesel 100% d'origine végétale. Plus spécifiquement, il a été question de préparer des catalyseurs charbon à base de coques de noix de karité, caractériser leur efficacité et établir leur mode d'action pour activer la réaction d'éthanololyse. Dans un premier temps une étude paramétrique de préparation des catalyseurs charbons actifs a été effectuée afin d'en optimiser la synthèse. Ensuite l'influence des paramètres de la réaction de transestérification a été prise en compte pour mieux expliquer l'activité catalytique. Les conditions de recyclabilité, un paramètre crucial pour un catalyseur solide, ont fait l'objet d'une attention particulière. L'activité des catalyseurs a été testée en utilisant un réacteur de transestérification pilote et le biodiesel obtenu a été utilisé dans un moteur à combustion interne. Pour finir une étude économique, modélisée sur la base d'une approche déterministe, est effectuée pour estimer le coût de production du biodiesel d'une unité implémentée à échelle locale. Dans la plage de conditions expérimentales étudiées, les conditions de préparation et les paramètres de réaction de transestérification optimums permettent d'obtenir des catalyseurs recyclables présentant une excellente activité catalytique en éthanololyse de l'huile de tournesol ($R \geq 98\%$). La température de pyrolyse et le ratio d'imprégnation ont été identifiés comme étant les paramètres les plus influents sur les propriétés du support et son activité catalytique. Les résultats sur la production à échelle pilote indiquent que le biodiesel présente de bonnes propriétés ce qui est confirmé par les tests moteurs qui présentent des propriétés en combustion similaire au diesel. L'étude économique a révélé que tous les aspects de l'investissement (notamment le coût lié à la matière première) doivent être bien contrôlés pour limiter les risques et s'assurer d'une rentabilité. Les résultats indiquent que le biodiesel éthylique obtenu en utilisant les catalyseurs charbon peut constituer une alternative crédible au diesel à échelle locale.

Mots clés : Biodiesel éthylique, coques de noix de karité, catalyse hétérogène charbon, KOH.

Abstract

The production of biodiesel by lipid transesterification, as a solution to a drop-in transportation fuel for blending with/replacing conventional fossil diesel has been the subject of increasing interest. In recent years, many research activities have been devoted to identifying solid catalysts that can be used to improve yields while reducing the cost of producing biodiesel. This thesis aim to work on a process optimization, especially on the catalytic part of the reaction with activated carbon solid catalysts produced using simple preparation processes on one hand, and on the other hand to improve the competitiveness EEHV production, making it possible subsequently to obtain a 100 % biodiesel of vegetable origin. Specifically, the study aim to assess the catalytic activity of Shea nut shells (SNS) based activated carbon catalysts in ethanolic transesterification. The influence of the preparation parameters of the catalyst on its catalytic activity is investigated to identify the key parameters that influence catalytic activity. Then, the influence of transesterification reaction parameters was taken into account in order to better explain the catalytic activity. A particular attention was paid to recycling conditions, a crucial parameter for a solid catalyst. The activity of the catalysts was tested using transesterification small scale pilot reactor and the resulting biodiesel was used in an internal combustion engine. Finally an economic study, modeled on a deterministic approach, is carried out to estimate the cost of producing biodiesel of a small unit implemented at local level. In the range of experimental conditions studied, optimized preparation conditions and transesterification reaction parameters makes it possible to design a catalyst with excellent catalytic activity in ethanolic transesterification reaction (yield > 98 % in the resulting biodiesel) and that is reusable. Results showed that pyrolysis temperature and KOH impregnation ratio are key parameters influencing support properties and catalytic activity. Results obtained at pilot scale indicate that the resulting biodiesel present good properties, which is confirmed by engine tests which exhibit combustion properties similar to diesel. Economic study revealed that all aspects of investment (including raw material costs) need to be carefully controlled to limit risks and ensure biodiesel production cost-effectiveness. Results indicate that ethanolic biodiesel obtained using SNS carbon based catalysts can be a realistic alternative process to substitute diesel at local scale.

Keywords: Ethanolic biodiesel, shea nut shell, charcoal based catalyst, KOH.