

Doctorat de l'Université de Toulouse  
Délivré par l'École des Mines d'Albi-Carmaux  
École doctorale MEGep  
Spécialité Énergétique et Transferts  
Laboratoire RAPSODEE  
Soutenance prévue le 24 novembre 2017  
Briec Evangelista

**Étude expérimentale et modélisation de l'auto-échauffement de bois torréfié en présence d'oxygène.  
Application au refroidissement de plaquettes de bois torréfiées.**

Résumé :

La torréfaction est un procédé thermochimique qui, appliqué à la biomasse, permet d'améliorer les propriétés de ce matériau en tant que vecteur énergétique. Il s'opère entre 250 et 300°C sous atmosphère inerte. Dans le contexte énergétique actuel, l'augmentation des volumes de matières torréfiées produites, transportées et stockées est annoncée pour la décennie à venir. Ce développement à l'échelle industrielle soulève la problématique de l'auto-échauffement et des risques qui lui sont associés. Dans ce travail, une approche multi-échelles a été mise en œuvre pour étudier le comportement du bois torréfié en présence d'oxygène. Des expériences ont été réalisées à l'échelle du milligramme, à celle d'une sphère de bois torréfié et à celle d'un lit de plaquettes de bois torréfié. Les réactions et l'auto-échauffement généré à l'échelle de la sphère ont été modélisés. Les résultats du modèle présentent une bonne adéquation avec les résultats expérimentaux. Quelle que soit l'échelle considérée, il a été montré que le bois sévèrement torréfié était plus sensible à l'auto-échauffement et à l'auto-combustion que le bois doucement torréfié. Il a également été confirmé que le suivi des gaz émis pourrait être un bon indicateur de la présence d'un auto-échauffement dans un lit de biomasse torréfiée.

Mots clés : biomasse, torréfaction, auto-échauffement, oxydation, phénomènes de transfert

Abstract

Torrefaction is a thermochemical process which, applied to biomass, increases the fuel properties of this material. It operates between 250 and 300°C in an atmosphere depleted of oxygen. Considering the actual energetic context, the large scale development of the torrefied market is expected to the decade to come. This scale-up rises self-heating issue and its associated risks. In this work, a multiscale approach has been used to study the torrefied wood behavior when it gets into contact with oxygen. The reactions have been studied at the milligram scale, self-heating has been generated for a unique torrefied wood sphere and self-heating at the reactor scale has been studied to better represent industrial conditions. Experiences have been done at all of these scales. Moreover, a modeled has been proposed to describe the reactions and the self-heating generated at the particle scale. Numerical results show good agreement with experiments. Furthermore, whatever the scale considered, it has been shown that the severely torrefied wood is more prone to self-heating than the mildly torrefied wood. It was also confirmed that continuous emitted gases monitoring could be a good indicator to detect and thus prevent a self-heating of a torrefied biomass bed.

Keywords: biomass, torrefaction, self-heating, oxidation, transfer phenomenon