

Soutenance de thèse NADER Saad – 15/12/2021

Unité Lermab

Production de cellulose microfibrillée par explosion en phase vapeur (Nanosteamex)

La cellulose micro et nanofibrillée (MNFC) présente des propriétés remarquables qui conduisent à des applications dans divers domaines de haute valeur ajoutée. Depuis quelques années, un intérêt croissant est porté sur la cellulose micro et nanofibrillée contenant de la lignine L-MNFCs produites à partir de différentes matières lignocellulosiques. Cependant, les procédés de production actuels des L-MNFC nécessitent un processus intensif et consommateur d'énergie, ce qui constitue l'une des principales limitations de leur utilisation. L'explosion à la vapeur (SteamEx : abréviation provenant du terme anglais steam explosion) est un procédé de prétraitement de la lignocellulose à la fois efficace et accessible à l'échelle industrielle. Dans la littérature scientifique, quelques publications rapportent la production de L-MNFCs par SteamEx. Cependant, jusqu'à présent, l'impact du procédé sur la structure des L-MNFC produites n'a pas été étudié en détail.

L'objectif de cette étude est donc de proposer un procédé efficace, peu énergivore et respectueux de l'environnement, impliquant un prétraitement par SteamEx pour la production de L-MNFCs à partir de bois de hêtre et de l'écorce d'*Eucalyptus globulus*. Ces L-MNFCs seront par la suite valorisés par deux types d'applications : les nanopapiers et le renfort des adhésifs du bois.

L'originalité de cette étude est double : (1) des L-MNFCs avec différents teneurs en lignine sont produites à partir du bois de hêtre et d'écorce d'eucalyptus (deux biomasses différentes assez peu étudiées pour la production de MNFC, en particulier l'écorce d'eucalyptus), (2) la cuisson produisant les pâtes cellulosiques (mise en pâte) a été réalisée dans un appareil SteamEx combinant les effets de la délignification alcaline et du défibrage explosif. La mise en pâte a été suivie d'un raffinage avant une étape de broyage (Masuko) jusqu'à la formation de gels de L-MNFCs. Les L-MNFCs ont été caractérisées pour étudier la composition chimique (chromatographie ionique et spectroscopie infrarouge), la morphologie (MORFI, AFM, microscopie optique, TEM et SEM) et les propriétés mécaniques (module de Young des nanopapiers).

Les résultats ont montré que la production de L-MNFCs par SteamEx est possible. Le procédé proposé permet d'obtenir des L-MNFCs de qualité comparable à celles produites par des procédés classiques impliquant des traitements chimiques et/ou enzymatiques tout en bénéficiant d'un temps de réaction plus

court. Les L-MNFCs produites à partir d'écorce d'eucalyptus sont formées de nanofibrilles de diamètres compris entre 5 et 100 nm et de microfibrilles de diamètres de 19,4-23,3 μm . Ces L-MNFCs possèdent des indices de qualités de ≈ 60 . Elles sont utilisées comme renforts dans les adhésifs Urée-Formaldéhyde pour améliorer les propriétés mécaniques des panneaux de particules. Les L-MNFCs produites à partir du bois de hêtre sont formées aussi de nanofibrilles et de microfibrilles possédant des diamètres de 15-20 μm avec indice de qualité compris entre 60 et 80. Les L-MNFCs sont utilisées pour produire des nanopapiers possédant des modules d'Young de 8 – 9 GPa. Nous avons montré que la SteamEx favorise le détachement de la lignine des fibres en formant des nanoparticules sphériques dispersées dans les gels de L-MNFCs.