

Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques de l'Ingénieur

N° d'ordre 10/2020

THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Mme Somia FELLAK

Spécialité : Sciences et Génie des Matériaux et des Procédés

Sujet de la thèse :

Étude par les Techniques Physicochimiques et Spectroscopiques du bois du Patrimoine Culturel Marocain (Cèdre et Arganier)

Thèse présentée et soutenue le 08 Février 2020 devant le jury composé de :

Nom Prénom	Titre	Établissement	
Mohammed LACHKAR	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz de Fès	Président
Jamal BRIGUI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Tanger	Rapporteur
Saadia AIT LYAZIDI	PES	Faculté des Sciences de Meknès	Rapporteur
Said CHAKROUNE	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Rapporteur
Souad EL HAJAJI	PES	Faculté des Sciences de Rabat	Examineur
Abdellatif BOUKIR	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Directeur de thèse

Laboratoire d'accueil : Chimie Appliquée

Établissement : Faculté des Sciences et Techniques de Fès

Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques de l'Ingénieur

Résumé

Les objets d'art patrimoniaux à base de bois détiennent une grande partie du patrimoine culturel marocain mobilier. Cependant, le processus de détérioration de ce patrimoine se poursuit mais leur préservation se heurte à de multiples difficultés. L'objectif de ce travail est de valoriser ce patrimoine en étudiant quatre types d'échantillons de chacune des deux espèces de biomatériau de bois vieilli, cèdre (tendre *ie* résineux) et arganier (dur *ie* feuillus), présentant des dates plus âgées (16^{ème}, 17^{ème} et 19^{ème} siècles) pour le premier et (17^{ème}, 18^{ème} et 20^{ème} siècles) pour le second, et enfin comparés à des références de dates récentes (21^{ème} siècle). La potentialité des techniques analytiques à caractère non-destructif combinant les deux spectroscopies vibrationnelles infrarouge à transformée de Fourier (IRTF) en mode ATR et Raman à celles de diffraction des rayons X (DRX) et microscopie électronique à balayage couplée à la spectroscopie à dispersion d'énergie (MEB-EDS) a été explorée pour caractériser l'effet de la dégradation naturelle sur la composition chimique (cellulose, hémicellulose et lignine) des deux types de bois vieillis, de différencier entre les différents échantillons en terme de composition chimique, de suivre l'état de dégradation de leur structure macroscopique et microscopique tout en évaluant le degré d'altération des fibres cellulosiques par calcul des indices de cristallinité CrI. L'analyse par spectroscopie vibrationnelle IR et Raman nous ont été d'un grand secours dans l'élucidation de la structure chimique et le suivi de l'altération des biopolymères affectés (cellulose, hémicellulose et lignine). Ces derniers influencés par les facteurs environnementaux et le temps prolongé de l'exposition, sont souvent manifestés par la régression de leurs bandes caractéristiques, évoluant vers la formation de nouveaux chromophores de type quinone, Ar-CO-Ar, Ar-CO-C=C (cas de lignines dégradées) ou en carbonyle acide (cas de l'hémicellulose et cellulose détériorées) pouvant se transformer en C=O ester. La technique de DRX a été très utile dans la caractérisation moléculaire de la cellulose permettant de déterminer les taux des phases cristallines (moins réactives) et amorphes par estimation des indicateurs de cristallinité, et de suivre l'état de l'altération des fibres cellulosiques (réduction de CrI) ainsi que le polymorphisme engendré. L'étude morphologique et élémentaire par MEB-EDS a permis de déterminer les changements au niveau des surfaces du réseau de fibres qui dépendent de l'âge et du temps d'exposition de l'échantillon, d'informer sur la contribution des microorganismes dans le processus d'altération avancé, principalement dans les échantillons les plus âgés (16^{ème} et 17^{ème} siècle) et enfin de confirmer et appuyer les précédentes analyses par un apport exact au niveau de la variation de la composition élémentaire (organique et inorganique) influencée par l'effet du vieillissement et de l'âge. Cette approche multi-analytique a montré que le bois de cèdre (tendre) est caractérisé par une structure de lignine simple constituée majoritairement par un squelette de type guaiacyle (alcool coniférylique) alors que celui du bois d'arganier (dur) présente une structure de lignine plus complexe constituée par la matrice guaiacyle-syringyle (alcool coniférylique et sinapylique) où se manifestent des vaisseaux et des rayons multisériés. Les résultats obtenus ont été corrélés et sont d'une grande importance pour la communauté des conservateurs et restaurateurs permettant de mieux cerner l'état de détérioration de ces types de biomatériaux afin de contribuer à leur préservation dans le futur.

Mots clés : cèdre (bois tendre), arganier (bois dur), IRTF, Raman, DRX, MEB-EDS, biopolymère, lignine, cellulose, hémicellulose, caractérisation, vieillissement naturel, patrimoine culturel.