

Résumé

Le matériau bois, comme matériau d'enveloppe ou de structure, est un matériau d'intérêt dans le domaine de la construction et de l'habitation dans les villes, tant pour la construction neuve que pour la question de la surélévation d'immeubles anciens. Le patrimoine bâti montre que le bois permet de concevoir des bâtiments durables et sains sous condition d'un bon entretien. Ce matériau, de par sa nature biologique, est susceptible d'évoluer au cours du temps et ses propriétés peuvent alors changer à cause du vieillissement. Ces évolutions dépendent étroitement des conditions environnementales (T, HR, rayons UV...) et de ses conditions de stockage et d'usage. Ainsi, les propriétés de ce matériau peuvent être améliorées ou détériorées avec le passage du temps. Cependant, la complexité de la structure du bois et de ses propriétés, ainsi que l'absence de protocoles expérimentaux bien déterminés, sont un obstacle pour bien comprendre ses propriétés hygro-mécaniques et les modifications de ses propriétés induites par le vieillissement. Une meilleure compréhension des propriétés hygro-mécaniques et des mécanismes de vieillissement pourrait aider à estimer les durées de vie, proposer des méthodes de maintenance voire de restauration. Les techniques actuelles de vieillissement consistent par exemple en des traitements thermiques qui permettent de réduire l'hygroscopicité et améliorer la stabilité dimensionnelle. Ces techniques ne reproduisent pas le vieillissement naturel pour lequel il est nécessaire de poursuivre les efforts de recherche. Le projet de thèse propose de mieux identifier les effets de différentes techniques de vieillissement accéléré sur les propriétés du bois de chêne (moderne et historique) et de discuter de la notion de vieillissement accéléré par des moyens artificiels modérés (traitement thermique à 120°C et cycles hydriques répétés à 20°C et 50°C). C'est avec l'aide de techniques innovantes comme la relaxométrie RMN ^1H , mais aussi grâce à la colorimétrie, la spectrométrie Infrarouge et la RMN du ^{13}C , que nous avons pu étudier leurs effets sur l'adsorption d'eau et observer des modifications au niveau de la paroi cellulaire du bois. L'étude des interactions eau-bois par le biais de la relaxométrie RMN ^1H 2D a permis de mettre en évidence (avec les ratios T_1/T_2 des pics associés à l'eau liée) les effets de ces techniques de vieillissement sur les changements de la mobilité de l'eau, qui est mise en relation avec les changements dimensionnels observés. En complément des traitements thermiques à 120°C, des tests de réversibilité ont été réalisés. Par ailleurs, une méthode alternative plus précise et non-invasive pour le calcul de la masse sèche d'échantillons de bois dans le cadre de la recherche en laboratoire a été proposée. Pour cela, les méthodes de RMN 1D (mesure du T_2) et 2D (mesure des corrélations entre T_1 et T_2) ont été utilisées pour calculer la masse sèche qui est comparée à trois méthodes classiques de séchage tels que l'étuvage et la dessiccation.

Mots-clés : Bois, Vieillissement physique et chimique, Traitement thermique, Cycles hydriques répétés, Propriétés hygro-mécaniques, RMN

Abstract

Wood material, as an envelope or structural material, is a material of interest in the field of construction and housing in cities, both for new construction and for the question of the raising of old buildings. Built heritage shows that wood makes it possible to design sustainable and healthy buildings, provided they are properly maintained. This material, by its biological nature, is likely to evolve over time and its properties can then change due to aging. These changes closely depend on environmental conditions (T, RH, UV rays, etc.) and on its storage and use conditions. Thus, the properties of this material can be improved or deteriorated with the passage of time. However, the complexity of the structure of wood and its properties, as well as the absence of well-defined experimental protocols, are an obstacle to fully understanding its hygro-mechanical properties and the modifications of its properties induced by aging. A better understanding of hygro-mechanical properties and aging mechanisms could help to estimate lifetimes, propose methods of maintenance or even restoration. Current aging techniques consist, for example, of heat treatments, which reduce hygroscopicity and improve dimensional stability. These techniques do not reproduce the natural aging for which it is necessary to continue research efforts. The thesis project proposes to better identify the effects of different accelerated aging techniques on the properties of oak wood (modern and historical) and to discuss the notion of accelerated aging by moderate artificial means (heat treatment at 120°C and repeated water cycles at 20°C and 50°C). It is with the help of innovative techniques such as ^1H NMR relaxometry, but also thanks to colorimetry, infrared spectrometry and ^{13}C NMR, that we were able to study their effects on water adsorption and observe modifications at the level of the wood cell wall. The study of water-wood interactions by means of 2D ^1H NMR relaxometry made it possible to demonstrate (with the T_1/T_2 ratios of the peaks associated to bound water) the effects of these aging techniques on the changes in mobility of water, which is related to the dimensional changes observed. In addition to heat treatments at 120°C, reversibility tests were carried out. In addition, a more precise and non-invasive alternative method for calculating the dry mass of wood samples in laboratory research has been proposed. For this, the methods of 1D NMR (measurement of T_2) and 2D (measurement of correlations between T_1 and T_2) were used to calculate the dry mass, which is compared to three conventional drying methods such as steaming and desiccation.

Keywords: Wood, Physical and chemical aging, Thermal treatment, Repeated hydric cycles, Hygro-mechanical properties, NMR