

Approches expérimentales et numériques pour l'étude des transferts hygroscopiques dans le bois

Composition du jury :

Jean François DESTREBECQ	Professeur,	Université de Clermont-Ferrand	Rapporteur
Sabine CARE	Directeur de Recherche,	IFSTTAR/Champs sur Marne	Rapporteur
Joseph GRIL	Directeur de Recherche,	CNRS/Montpellier	Examinateur
Colette SIRIEIX	Professeur,	Université de Bordeaux	Examinateur
Nicolas ANGELLIER	Maître de Conférences,	Université de Limoges	Examinateur
Laurent ULMET	Maître de Conférences,	Université de Limoges	Examinateur
Frédéric DUBOIS	Professeur,	Université de Limoges	Examinateur

Résumé

Le développement des structures en bois en Génie Civil demande aujourd'hui de proposer aux gestionnaires d'ouvrages des outils de diagnostic et de monitoring pour suivre l'évolution des pathologies (flèches excessives, fissures, attaques biologiques, etc.) mais également pour contrôler l'humidité interne dans les éléments. Dans ce dernier contexte, le travail développé dans cette thèse concerne le développement d'un outil de caractérisation du champ hydrique dans des sections transversales d'éléments structuraux en bois. La méthode étudiée couple une mesure de résistivité, composée d'une tête de mesure (résistivimètre) associée à un grand nombre de sondes raccordées à un système multiplexé, et d'une méthode inverse implémentée dans un code aux éléments finis. Dans une première partie, il est étudié les techniques de caractérisation des propriétés de diffusion dans le matériau caractérisé par une orthotropie et un comportement non linéaire exploitant des mesures d'humidité moyenne (méthode gravimétrique) et des profils spatiaux par mesures gammadensimétriques. Il est montré que le couplage des deux mesures permet d'obtenir en finalité des propriétés intrinsèques rendant ainsi la méthode de caractérisation fiable et robuste. La seconde partie présente le développement d'un ensemble expérimental dans le but d'obtenir une cartographie 1D et 2D du champ hydrique dans une section transversale. La technique repose sur la généralisation des méthodes résistives multiplexées utilisées en géophysique dans l'étude des sols stratifiés à des géométries finies à 2 dimensions. L'algorithme employé est basé sur le couplage de mesures de résistivité multiplexées et d'une analyse inverse implémentée dans un code aux éléments finis. La solution 1D permet d'obtenir des profils spatiaux pouvant remplacer les mesures gammadensimétriques. Les profils 2D permettent, pour une section donnée, d'estimer le champ d'humidité interne en tout point et de proposer ainsi un suivi dans le temps des profils hydriques.

Mots clés : bois, modèle de diffusion, résistivité, gammadensimétrie, méthode inverse

Abstract

In civil engineering constructions, the development of timber structures requires today to managers works some diagnostic tools and monitoring systems to monitor pathologies (excessive deflections, cracks, biological attack, etc.) but also to control moisture content in the element sections. In the last context, the proposed work in this PhD thesis is the development of a tool for characterization of the moisture content map in the cross sections of structural elements. Studied method is based on the resistivity measuring, comprising a measuring head (resistivity meter) associated with many connected probes in a multiplexed system, and an inverse method implemented in a finite element software. In the first part, it is studied the techniques of characterization of diffusion properties in wood samples characterized by orthotropic and nonlinear behaviors according to average moisture content measurements (gravimetric method) and spatial profiles gamma densitometer measures. It is shown that the coupling of the two measurements provides the intrinsic properties with more reliability and more robustness. The second part deals with the development of an experimental protocol in order to achieve 1D and 2D mapping of the moisture content field in a cross section. The technique is based on the generalization of multiplexed resistivity geophysical methods used in the study of stratified soils with 2-dimensional geometries. The algorithm is based on the coupling between the resistivity measurements and an inverse multiplexed analysis implemented in a finite element code. The 1D solution provides spatial profiles which can replace gamma densitometer measures. For a selected section, 2D profiles allow estimating the moisture content field at any point and thus provide a time tracking of moisture profiles.

Keywords: wood, diffusion model, resistivity, gammadensimetry, inversion method