

RESUME DE THESE

Discipline : Physique

Spécialité : Transferts Thermiques & Energétique

UFR : Mécanique et Energétique

Directeurs de thèse : Pr. Abdeslam DRAOUI

Responsable de l'UFR : Professeur Abdeslam DRAOUI

Titre de la thèse :

« Contribution aux études expérimentale et numérique du séchage solaire du bois »

Prénom & Nom : Ahmed KHOUYA

Résumé :

L'objectif principal de cette thèse a été de contribuer à l'étude des phénomènes de transferts de chaleur et de masse dans le bois lors de son séchage. En particulier d'élargir les connaissances sur l'état de sorption de l'eau dans le bois d'une part, et d'autre part de développer un modèle mathématique de séchage qui permet de déterminer simultanément les températures et les teneurs en eau dans le bois humide. Concernant la détermination de la cinétique de sorption de l'eau dans le bois, une cellule contrôlée en température et en humidité relative a été mise en oeuvre pour suivre les mesures de changement de masse ainsi que les états d'équilibre des espèces pendant l'adsorption et la désorption. Pour identifier les mesures expérimentales obtenues avec cette cellule, nous avons élaboré un modèle mathématique du transfert d'humidité dans le domaine hygroscopique en régime transitoire.

Pour réduire l'écart entre les courbes expérimentales et numériques, nous avons ajusté par optimisation le coefficient de diffusion massique en utilisant l'algorithme de minimisation du Simplex. De même, l'utilisation des conditions réelles d'expérimentation dans la simulation numérique donne une fiabilité certaine aux paramètres identifiés. Le parfait accord entre les valeurs des teneurs en eau calculées et celles mesurées nous a permis d'apprécier l'efficacité de la méthode utilisée et la pertinence des différents résultats obtenus. Par comparaison des résultats obtenus, nous avons montré que le bois de l'hêtre est plus diffusif dans la direction transversale que celui du sapin blanc et du sapin rouge. Par contre, en direction longitudinale, le bois de sapin blanc est plus diffusif que le bois de l'hêtre et de sapin rouge.

Pour modéliser les isothermes de sorption du bois, nous avons proposé un modèle dont les paramètres sont identifiés par application de certains principes thermodynamiques des phases. Cependant, les essais réalisés ont porté sur des cycles d'humidité relative dont les amplitudes sont centrées sur 50%. Il est donc nécessaire de compléter les essais pour une meilleure connaissance du comportement hygroscopique du bois quelles que soient les variations climatiques de l'environnement.

Par rassemblement des essais issus de la cellule de désorption, nous avons pu déterminer les courbes caractéristiques de séchage des trois espèces de bois étudiées. Ces courbes caractéristiques sont essentielles pour pouvoir décrire les cinétiques de séchage dans n'importe quelle condition de l'air.

En ce qui concerne le séchage solaire des trois espèces de bois étudiées, nous avons établi un modèle unidirectionnel sur les différentes composantes du système de séchage : capteur solaire, unité de stockage thermique et cellule de séchage. Les équations du capteur ont été résolues par la méthode de Runge Kutta d'ordre 4. Par contre pour celles du stockage et du séchage, l'utilisation de la méthode des différences finies a été adoptée. Des simulations ont été réalisées en se référant à une journée type du mois de juillet dans les conditions climatiques de la région de Tanger (Maroc). Les modèles mathématiques utilisés ont permis de prédire localement la distribution de la température dans les différentes composantes du système. De même, les teneurs en eau locales et globales dans la pile de bois ont été déterminées ainsi que les performances de ce système dans les deux modes de fonctionnement du stockage thermique et de récupération de la chaleur pour des conditions d'entrée thermiques et massiques variables dans le temps. L'évolution de la température à l'intérieur du lit de stockage et du bois a permis de déterminer les domaines de stockage et de séchage les plus efficaces et de définir par conséquent les dimensions optimales de l'unité de séchage. Ces résultats ont permis de mettre en évidence les différentes phases de séchage, l'évolution de la cinétique locale et de montrer l'importance des phénomènes mis en évidence et les multiples possibilités de ces simulations.

Finalement, notre travail fournit des informations sur des aspects fondamentaux des relations eau-bois, lesquelles se révèlent très importantes pour une meilleure utilisation de ce matériau noble.