

Compression dynamique du bois

G. JERONIMIDIS

School of Construction Management and Engineering, University of Reading, Whiteknights, Reading (UK)

Résumé :

Le comportement du bois en compression à grandes vitesses de déformation est relativement peu connu. La méthode des barres d'Hopkinson a été utilisée pour étudier la réponse mécanique du bois à des vitesses de déformation de l'ordre de 10^2 - 10^3 s⁻¹, soit dans l'axe des fibres soit dans les directions normales à l'axe. Les courbes contrainte-déformation obtenues pour des bois différents (feuillus, résineux) sont comparées en fonction de leur densités et structure cellulaire. Trois espèces de bois, chêne, hêtre et pin 'douglas', usinées en échantillons cylindriques (25 mm de longueur, 20 mm de diamètre), ont été comprimées dans la direction de l'axe du cylindre à des vitesses d'impact entre 5 et 15 m/s. Trois conditions du bois ont été étudiées : vert (complètement hydraté), sec (10% d'eau) et vert congelé à -60°C.

Dans le cas du hêtre, par exemple, la contrainte dynamique maximale obtenue dans la direction des fibres dans le bois sec, (vitesse d'impact de 15 m/s), est de l'ordre de 120 MPa, bien supérieure à la contrainte limite de compression statique qui est de l'ordre de 55 MPa. Pour le bois vert, la contrainte limite varie entre 60 MPa (vitesse d'impact 9 m/s) et 75 MPa (vitesse d'impact 13 m/s), alors qu'en essai de compression statique la valeur est de 35 MPa. Dans le hêtre congelé, la contrainte dynamique maximale mesurée est autour des 120-130 MPa, pour des vitesses d'impact entre 6 et 9 m/s. Dans la direction normale à l'axe des fibres (direction tangentielle), le bois de hêtre sec a une contrainte limite statique autour des 12 MPa, qui augmente à 18 MPa en dynamique (9 m/s). Pour le bois vert, à la même vitesse d'impact, la valeur de contrainte limite augmente légèrement de 12 MPa (statique) à 15 MPa (dynamique). Par contre, dans le hêtre congelé la contrainte de rupture augmente considérablement en dynamique, atteignant des valeurs de 35 MPa. Qualitativement, les mêmes résultats ont été obtenus avec le chêne et le pin 'douglas'.

Cette étude montre que le comportement du bois est très influencé par la vitesse de déformation ainsi que par la teneur en eau. Ce comportement est typique des matériaux viscoélastiques et hydrophiles mais la structure cellulaire du bois ajoute une autre dimension au problème. En général on observe que la contrainte limite en compression augmente avec la vitesse de déformation, dans le bois sec et dans le bois vert. Même dans le cas de bois saturé d'eau, il est possible d'atteindre des valeurs de contraintes dynamiques limite bien supérieures à celles du bois sec. Le mode de rupture change aussi, passant d'un effondrement progressif en compression statique, contrôlé par le flambement des parois cellulaires, à une fragilisation du matériau qui se sépare en fragments en dynamique. Dans le cas du bois vert, saturé d'eau, à basse température, on note deux effets. La contrainte de rupture, en compression, surtout dans l'axe des fibres, augmente significativement et ceci peut s'expliquer par le fait que les cristaux de glace ont un effet de renfort et de rigidification de la paroi cellulaire qui augmente leur limite de flambement. La fragilisation du bois est encore plus significative que dans le cas du bois vert à température ambiante.

Abstract :

The behavior of wood in dynamic compression test has been studied using the Hopkinson bars method. The limit stress of three wood species (beech, oak, pine), in two directions (axial and transverse) and three conditions (dry, green, green at very low temperature) have been measured. The results show the significant effect of the deformation rate on the limit stress and on the failure mode, which is related to the viscoelastic nature of wood, as well as to its cellular structure.

Mots clefs : bois, contrainte limite, compression, dynamique, teneur en eau, basse température, vitesse de déformation