

Comportement mécanique dynamique du bois vert en compression

PFEIFFER Renaud¹, LORONG Philippe², RANC Nicolas²,
COLLET Robert¹, DENAUD Louis-Etienne¹, COTTIN Fabrice¹

¹LaBoMaP, Arts et Métiers ParisTech Cluny

²PIMM, Arts et Métiers ParisTech Paris

renaud.pfeiffer@ensam.eu

Contexte

La simulation numérique de l'opération de fraisage des grumes par slabber doit permettre de prédire les dimensions des plaquettes produites. Pour prendre en compte les spécificités de la coupe du bois. La Méthode des Eléments Discrets (DEM) a été utilisée. Cette méthode, basée sur le principe fondamental de la dynamique, présente l'avantage de bien gérer les contacts 3D et les fissurations. Cependant celle-ci nécessite une étape de calibration. L'étape de calibration vise à déterminer un jeu de paramètres du modèle DEM qui permet de reproduire le comportement du matériau voulu sous un chargement mécanique simple.

Ici la principale difficulté réside dans le manque de bases de données et de modèles pour le comportement mécanique du bois vert à fort taux de déformation. La bibliographie montre deux types d'essais : les essais normalisés et les essais dynamiques.

Les essais normalisés [ASTM D143] sont réalisés avec des éprouvettes normalisées à faibles vitesses de déformation sur bois sec ou au point de saturation des fibres. De nombreuses bases de données rassemblent leurs résultats. Les essais d'impact [Adalian 02], plus rares sont souvent réalisés sur bois sec, quelques fois sur bois saturé. Cependant il n'existe pas de bases de données relatives à ces essais.

L'objectif est donc de réaliser des essais mécaniques sur bois vert permettant l'obtention d'abaques. Celles-ci étant nécessaires à la calibration du modèle DEM.

Matériel et méthode

Dans la coupe du bois vert, l'eau a une importance primordiale. Dans l'analyse des sollicitations mécaniques, les compressions transverses et parallèles au fil (Zones 1 et 3 de la figure 1) semblent les plus sensibles au taux d'humidité. Les vitesses de déformation étant très importantes en usinage, il est nécessaire d'utiliser des moyens expérimentaux représentatifs de ces conditions (Fig 2). De plus ces dispositifs doivent permettre l'obtention de graphiques contrainte-déformation pour être utilisables en tant qu'abaques. Ainsi notre choix s'est porté sur l'utilisation d'une machine de compression conventionnelle et d'un dispositif d'impact : les barres d'Hopkinson (SHPB) [Hopkinson 14].

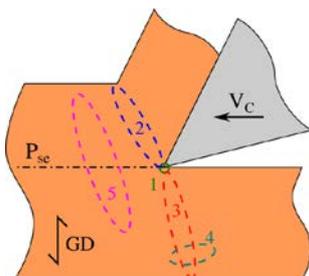


Fig. 1 : Zones de sollicitation mécanique lors de la coupe du bois (D'après [McKenzie 60])

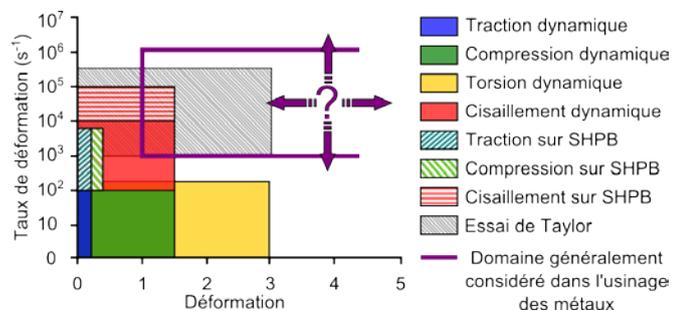


Fig. 2 : Plages de déformations et taux de déformation accessibles avec les essais de caractérisation courants (D'après [Courbon 11])

Les éprouvettes en bois vert de hêtre (épaisseur 10mm, diamètre 35,69 mm) sont dimensionnées pour être utilisées sur les barres d'Hopkinson en magnésium. Celles-ci sont conservées dans différents milieux (eau, réfrigérateur, air, congélateur) pour atteindre différents niveaux d'humidité. Les essais sont réalisés dans les directions radiales et longitudinales avec 30 répétitions par essais. Les taux de déformations obtenus s'échelonnent de 10^{-3} à 10 s^{-1} sur machine de compression hydraulique et de 300 à 1000 s^{-1} sur barres d'Hopkinson.

Premiers résultats et discussion

Les premiers résultats montrent une forte dépendance de la contrainte au taux d'humidité (Fig. 3) ainsi qu'au taux de déformation (Fig. 4) pour les deux directions. Plus le taux d'humidité est faible, plus le niveau de contraintes atteint est important. Aussi plus le taux de déformation est élevé, plus le niveau de contrainte est important.

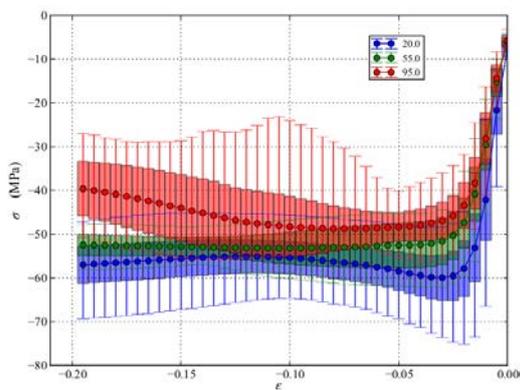


Fig. 3 : Graphique contrainte déformation en fonction du taux d'humidité H (%) dans la direction longitudinale (Hêtre, $\dot{\epsilon} = 10 \text{ s}^{-1}$)

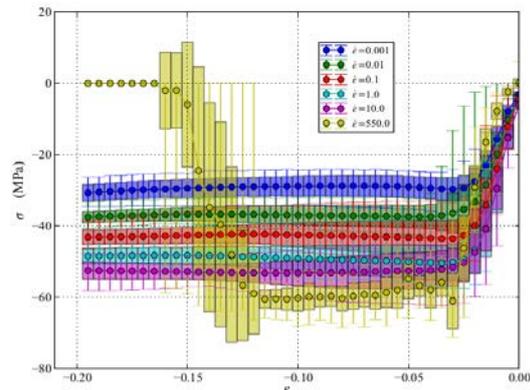


Fig. 4 : Graphique contrainte déformation en fonction du taux de déformation dans la direction longitudinale (Hêtre, H = 55%)

L'analyse de la variance pour ces différents essais a montré la significativité à 5% de l'effet des taux d'humidité et de déformation ainsi que de l'interaction entre ces deux paramètres.

Conclusion et perspectives

Au vu des résultats obtenus, l'effet des taux de déformations et d'humidité sont prépondérants dans la réponse mécanique en compression du bois vert.

Il reste maintenant à mettre en forme ces données pour qu'elles soient exploitables par le plus grand nombre et à réaliser ces mêmes essais sur d'autres essences.

Références

Adalian, C. et Morlier, P. "Wood model" for the dynamic behaviour of wood in multiaxial compression. *Holz als roh-und werkstoff*, 60(6): 433-439, 2002.

ASTM. Standard test methods for small clear specimens of timber. 1994.

Courbon, C. Vers une modélisation physique de la coupe des aciers spéciaux: intégration du comportement métallurgique et des phénomènes tribologiques et thermiques aux interfaces. Université de Lyon, 2011.

Hopkinson, B. A Method of Measuring the Pressure Produced in the Detonation of High Explosives or by the Impact of Bullets. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A.* 213, 437-456, 1914.

McKenzie, W.M. Fundamental analysis of the wood cutting process. University of Michigan, 1960.

Mots-clefs : Bois vert, compression, essai dynamique.