

R. Pfeiffer¹, P. Lorong², N. Ranc², R. Collet¹, L. Denaud¹, F. Cottin¹

¹ Arts et Metiers ParisTech, LaBoMaP, 71250 Cluny, France

² Arts et Metiers ParisTech, PIMM, 75013 Paris, France

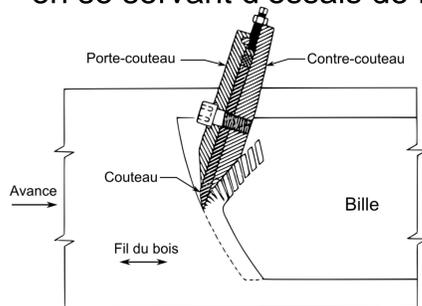
Contact : renaud.pfeiffer@ensam.eu – Tél : (+33) 6 52 85 50 70



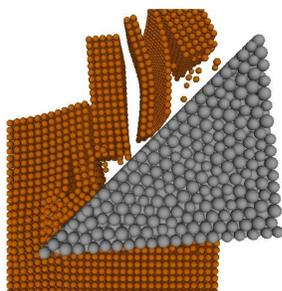
Contexte et problématique

Contexte scientifique:

- La simulation du fraisage des grumes par slabber a pour objectif la prédiction des dimensions des plaquettes produites.
- La méthode utilisée (Méthode des Eléments Discrets ou DEM) présente l'avantage de bien gérer les contacts tridimensionnels ainsi que les fissurations.
- Cependant cette méthode nécessite une étape de calibration en se servant d'essais de références.



Principe de fragmentation du copeau (d'après [Hernandez 95]).



Simulation DEM d'un essai de fraisage en mode 90-90 d'un matériau isotrope transverse.

Problématique : Quels sont les essais à réaliser pour calibrer cette simulation et sur quelles bases de données s'appuyer?

Matériel et méthode

Sollicitations mécaniques en coupe 90-90 [McKenzie60]:

- Compression transverse.
 - Compression parallèle au fil.
 - Traction, cisaillement et flexion parallèle au fil.
- Spécificité du bois vert:** taux d'humidité certainement facteur fortement influent en compression longitudinale et radiale.

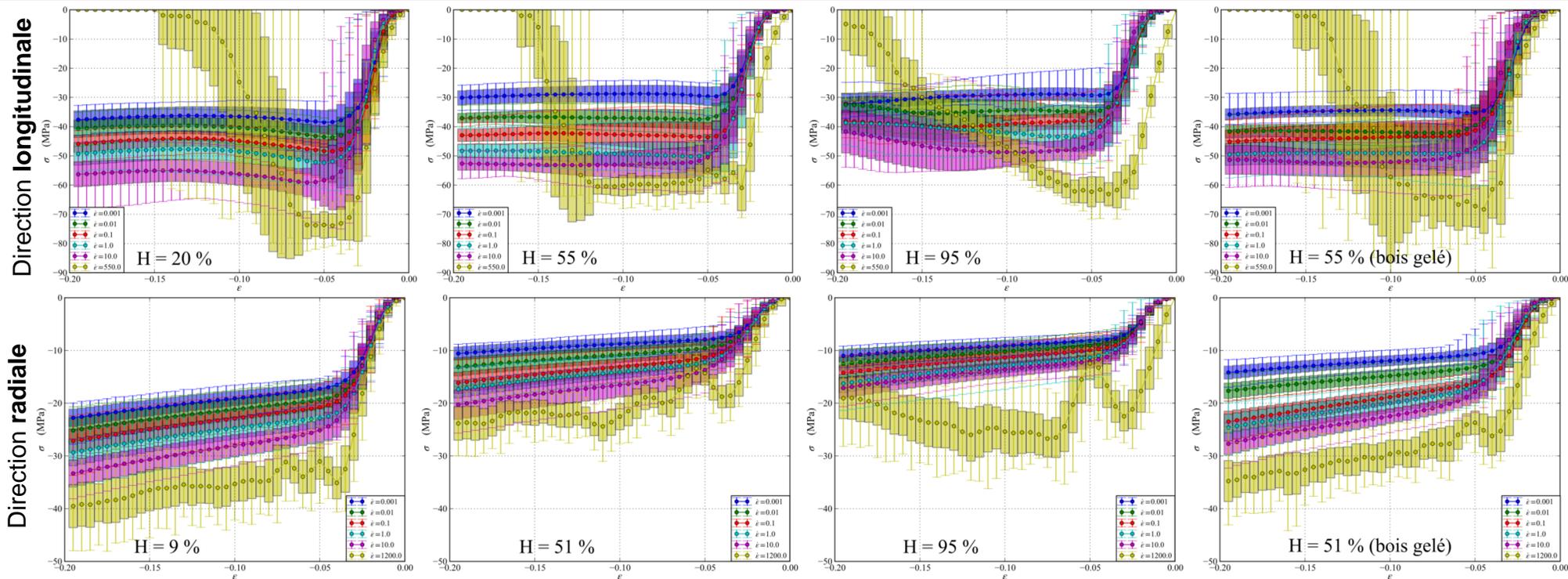
Essais dans la bibliographie :

- Essais normalisés [ASTM D143]: seulement en quasi-statique en dessous du PSF.
- Essais dynamiques [Adalian 02, Widehammar 04]: peu de recherches, parfois bois vert, mais pas de bases de données.

Plan d'expérience complet de la compression du hêtre:

- Directions: longitudinale et radiale.
- Taux de déformation:
 - 10^{-3} à 10 s⁻¹ sur machine de compression hydraulique.
 - 500 à 1200 s⁻¹ sur barres d'Hopkinson.
- Humidité: 9-20 %, 51-55%, 95% et 51-55 % bois gelé.
- Répétition: 30 essais à chaque niveau.
- Eprouvette: Cylindrique, Ø 35,69 mm, épaisseur 10mm.

Résultats: graphiques contrainte - déformation



Discussion

- Très bonne répétabilité des essais.
- Eprouvettes provenant du duramen d'un même arbre.
- Défauts de parallélisme de l'éprouvette non négligeable. Premiers pourcents de déformation non exploitables ($\approx 1-2\%$).
- Eprouvette plus raide que la machine de compression. Raideur mesurée différente d'un module d'Young. Paramètre à estimer à l'aide de mesures acoustiques.

Essais dynamiques:

- Domaine exploitable réduit dans la direction longitudinale.
- Singularité récurrente observée pour le bois au dessus du point de saturation dans la direction radiale à 1200 s⁻¹. Phénomène à analyser à l'aide d'une caméra rapide.

Analyse de la variance

- Effet taux d'humidité et taux de déformation ainsi que leur interaction significatif à 1% sur la contrainte, la raideur et la contrainte plateau.
- Contrainte mesurée augmente avec le taux de déformation et décroît avec le taux d'humidité.
- Idem pour raideur mesurée et contrainte plateau.
- Effet bois gelé significatif à 1%. Bois gelé plus résistant.

Conclusion et perspectives

- Comportement matériau hydro-visco-hyper-élastique.
- Calibration DEM: plan d'expérience numérique pour recalibrer comportement sur expériences.

Références

- [Adalian 02] C. Adalian et P. Morlier. "Wood model" for the dynamic behaviour of wood in multiaxial compression. *Holz als roh-und werkstoff*, 60(6): 433-439, 2002.
- [ASTM D143] ASTM. Standard test methods for small clear specimen of timber. 1994.
- [Hernandez 95] R. E. Hernandez et B. Quirion. Effect of knife clamp, log diameter and species on the size distribution of pulp chips produced by a chipper-canter. *Forest Products Journal*, 45(7): 83-90, 1995.
- [McKenzie 60] W.M. McKenzie. Fundamental analysis of the wood cutting process. Thèse de doctorat, University of Michigan. 1960.
- [Widehammar 04] S. Widehammar. Stress-strain relationships for spruce wood: Influence of strain rate, moisture content and loading direction. *Experimental mechanics*, 44(1): 44-48, 2004.