



Effet de l'orthotropie du bois sur les vitesses de propagation des ondes ultrasonores

X. ZHANG, M. TAKARLI, N. SAUVAT, F. DUBOIS, M. SBARTAI, F. COURREGES

Contexte : projet SOuBois

Surveillance et Auscultation des **Ouvrages en Bois** par Identification des champs de Hydrique et Mécanique « vers une fiabilisation du CND-Bois »

Objectif

Proposer, pour la propagation des ondes ultrasonores dans le bois, une approche contradictoire s'appuyant sur :

- Des développements analytiques ;
- Une modélisation numérique par E.F ;
- Des mesures expérimentales à échelles centimétrique et métrique.



Propriétés
élastiques

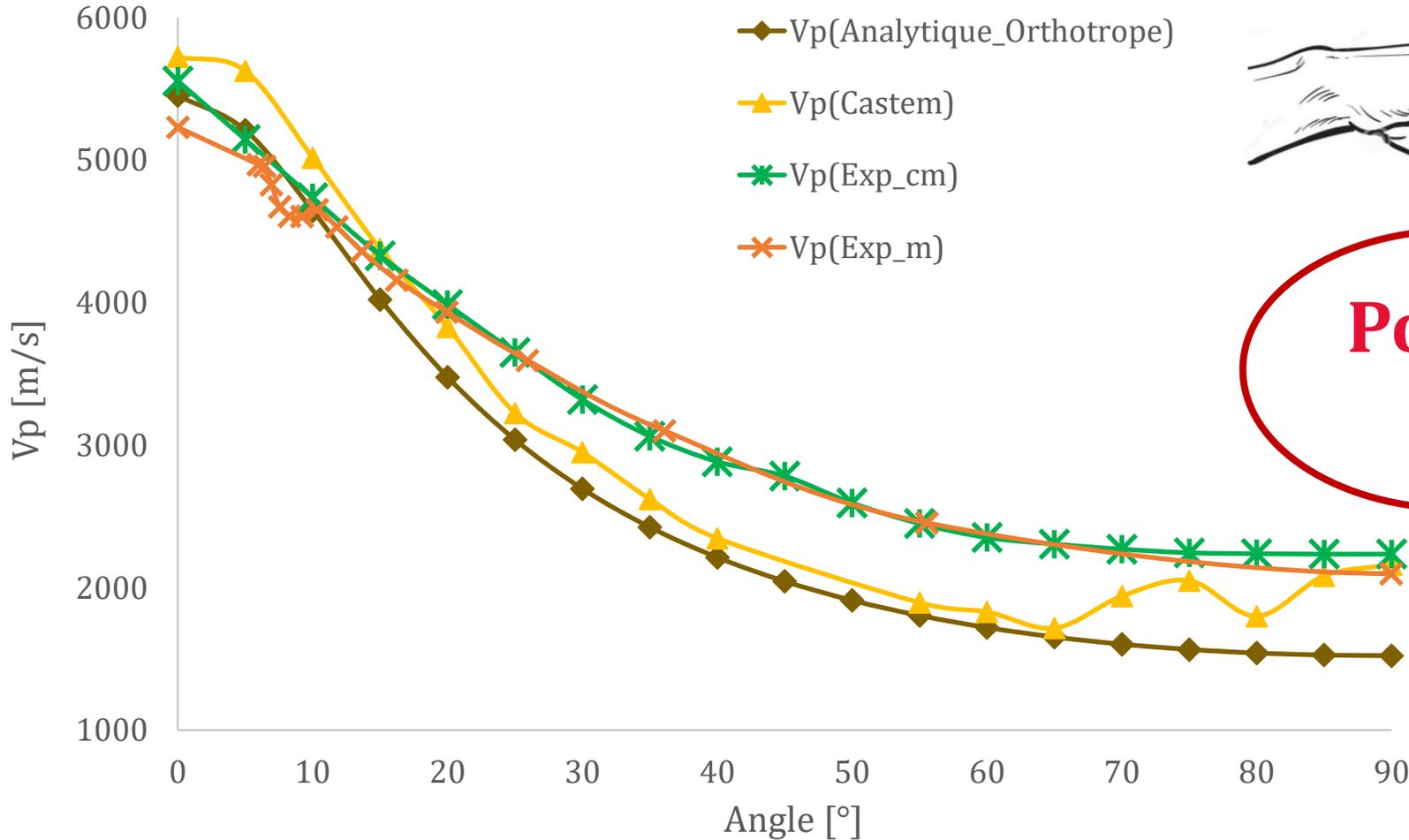
Champs
hydrique



CND-Multi
physique



Comparaison des résultats



Poster C3

Effect of orthotropy of wood on the propagation velocities of ultrasonic waves GC2D

X. ZHANG¹, M. YAMAMOTO², N. SAUVAJOL¹, E. DEBORDO¹, M. SHARIFI¹

¹ Univ. Limoges, GC2D, EA 2178, F-19100 Egletons, France
² Univ. Bordeaux, UMR CNRS UMR 5101, F-33105 Talence, France
Contact: x.zhang@unilim.fr

Contexte, problématique et Objectif

- Ce travail de thèse s'inscrit dans le projet SDRBDS (Surveillance et Association des Ouvrages en Bois par Identification des Champs Hydrrique et Mécanique vers une fabrication du CMB-Bois), commandé en 2017 et financé par la région Nouvelle-Aquitaine.
- L'étude présentée ici vise à faciliter la compréhension de l'approche ultrasonore en tant qu'outil de caractérisation et de prédiction. L'objectif de ce travail est de proposer une approche contradictoire s'appuyant sur des résultats expérimentaux à l'échelle centimétrique et métrique, sur un développement numérique par éléments finis, et sur un complément proposé dans les développements analytiques.

Approche analytique

Le principe fondamental de la dynamique : $M \ddot{u} + C \dot{u} + K u = F \cos(\omega t)$

La solution élastique : $u(x,t) = u_0 \exp(i\omega t - ikx)$

L'équation de Christoffel : $(C_{11}k_x^2 - C_{33})u_x + 2C_{13}k_x k_z u_z = 0$

Approche Numérique

Matrice orthotrope : $M_{ijkl} = \lambda \delta_{ij} \delta_{kl} + \mu (\delta_{ik} \delta_{jl} + \delta_{il} \delta_{jk})$

Discretisation spatiale : $\Delta x \leq \frac{\lambda_{min}}{2N}$

Discretisation temporelle : $\Delta t \leq \frac{\lambda_{min}}{2N}$

Approche Expérimentale

Effet d'échelle

Conclusions et Perspectives

1. **Approche Analytique**: Une matrice de rigidité orthotrope équivalente [C] issue d'une rotation de la matrice [C] définie dans le plan (1, 2, 3), permet une bonne adaptation de la solution analytique avec la loi empirique d'Hankinson.
2. **Approche Numérique**: L'élude de la courbe de vitesse de l'approche numérique est conforme à la loi d'Hankinson. Néanmoins, il reste à faire une étude paramétrique pour maîtriser les effets des conditions limites et de la diffusion géométrique de l'onde.
3. **Approche Expérimentale**: L'effet de l'orthotropie du bois sur les vitesses de compression est identique pour les échelles centimétrique et métrique.
4. **Comparaison des résultats et perspective**: Les allures des vitesses analytique, numérique et expérimentale sont similaires. Pour affiner la convergence des approches, il faut 1°) une caractérisation expérimentale complète des constantes d'élasticité du modèle numérique, 2°) une modélisation plus réaliste des conditions aux limites, 3°) de la forme de l'excitation ultrasonore.

