



**HAL**  
open science

# Caractérisation par analyse vibratoire des propriétés viscoélastiques d'échantillons de bois dans leur diversité naturelle

Alaa Al Fay, Delphine Jullien, Stéphane Corn, Olivier Arnould, Patrick Langbour

## ► To cite this version:

Alaa Al Fay, Delphine Jullien, Stéphane Corn, Olivier Arnould, Patrick Langbour. Caractérisation par analyse vibratoire des propriétés viscoélastiques d'échantillons de bois dans leur diversité naturelle. 11e Journées Scientifiques du Groupement De Recherches (GDR) des Sciences du Bois, Nov 2022, Nice, France. . hal-04026274

**HAL Id: hal-04026274**

**<https://hal.science/hal-04026274>**

Submitted on 13 Mar 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



# Caractérisation par analyse vibratoire des propriétés viscoélastiques d'échantillons de bois dans leur diversité naturelle

Al Fay Alaa<sup>1</sup>, Jullien Delphine<sup>1</sup>, Corn Stéphane<sup>2</sup>, Arnould Olivier<sup>1</sup>, Langbour Patrick<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Equipe Bois, LMGC, Univ Montpellier, CNRS, Montpellier, France

<sup>2</sup> Equipe DMS, LMGC, Univ Montpellier, IMT Mines Ales, CNRS, Ales, France

<sup>3</sup> UR, BioWooEB, CIRAD, Montpellier, France

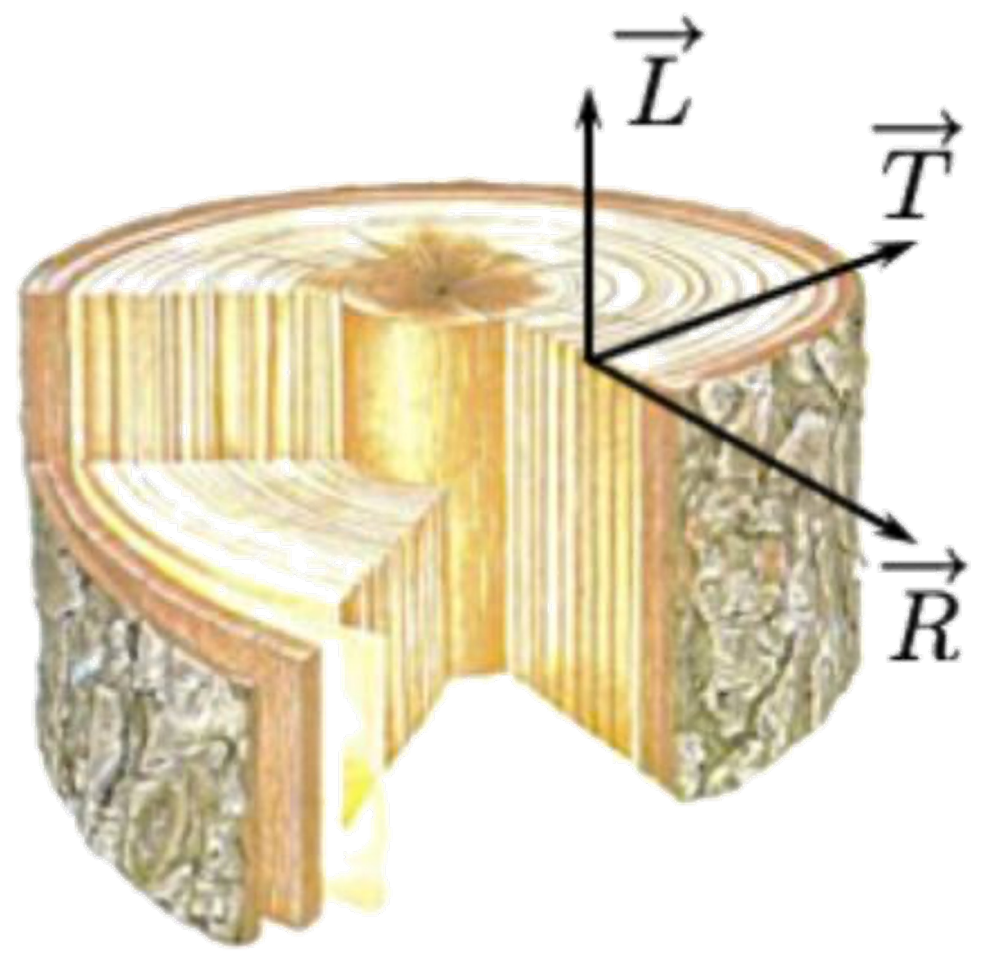
A5

## Contexte



Plaquettes de la Xylothèque du CIRAD [1]

- Le bois représente une grande classe de matériaux polyvalents pour la mécanique à l'égal des métaux sur différents critères
- Le niveau de densité des bois est de 5 à 10 fois inférieur à celui des métaux



Repère cylindrique orthotrope du bois [2]

- Les connaissances mécaniques de ce matériau sont faibles comparées à celles des matériaux utilisés dans le génie mécanique dû au comportement mécanique variable (diversité, sensibilité à la température et à l'eau, ...), hétérogène et anisotrope [3]

## Objectifs de la thèse

- Estimer par analyse vibratoire la plupart des paramètres élastiques des échantillons du bois
- Exploiter les amortissements et les relier au comportement viscoélastique
- Enrichir la base de données du CIRAD de constantes élastiques orthotropes du bois
- Analyser les relations entre le comportement macroscopique et les paramètres ultrastructuraux

## Matériels et méthodes

Matériel issu de la xylothèque du CIRAD

➔ Échantillons de dimensions : 130x60x10 mm<sup>3</sup>

Méthode non destructive par Analyse Modale Impulsionnelle (AMI) :

- Echantillon posé sur des élastiques = conditions libres
- Des impacts à plusieurs endroits sont utilisés pour mettre la plaque en vibration
- Les oscillations sont mesurées par un accéléromètre ou un microphone
- L'acquisition du signal se fait par un boîtier approprié
- Les données sont transmises à un logiciel pour le calcul des paramètres modaux (fréquences et amortissements)

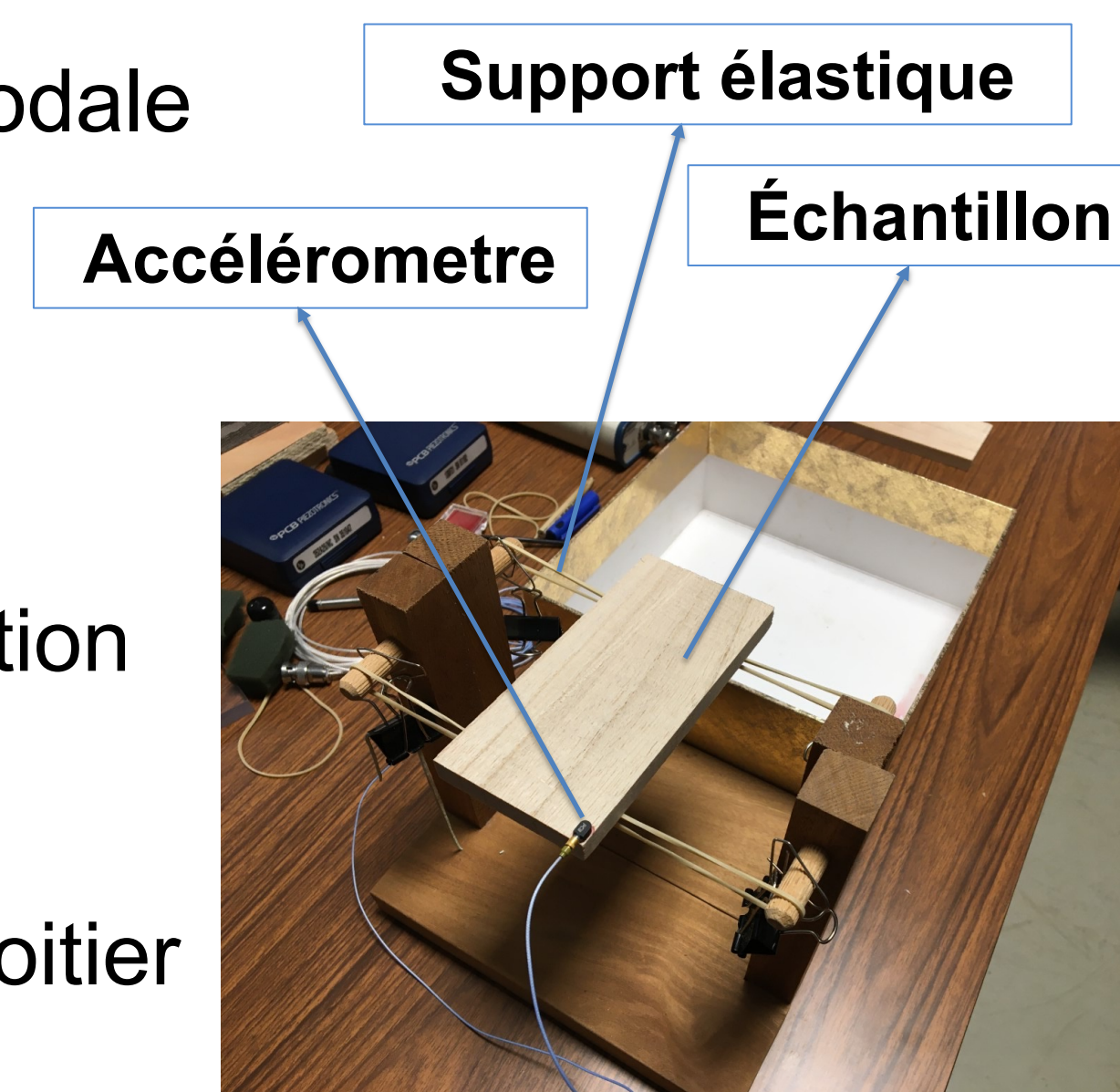
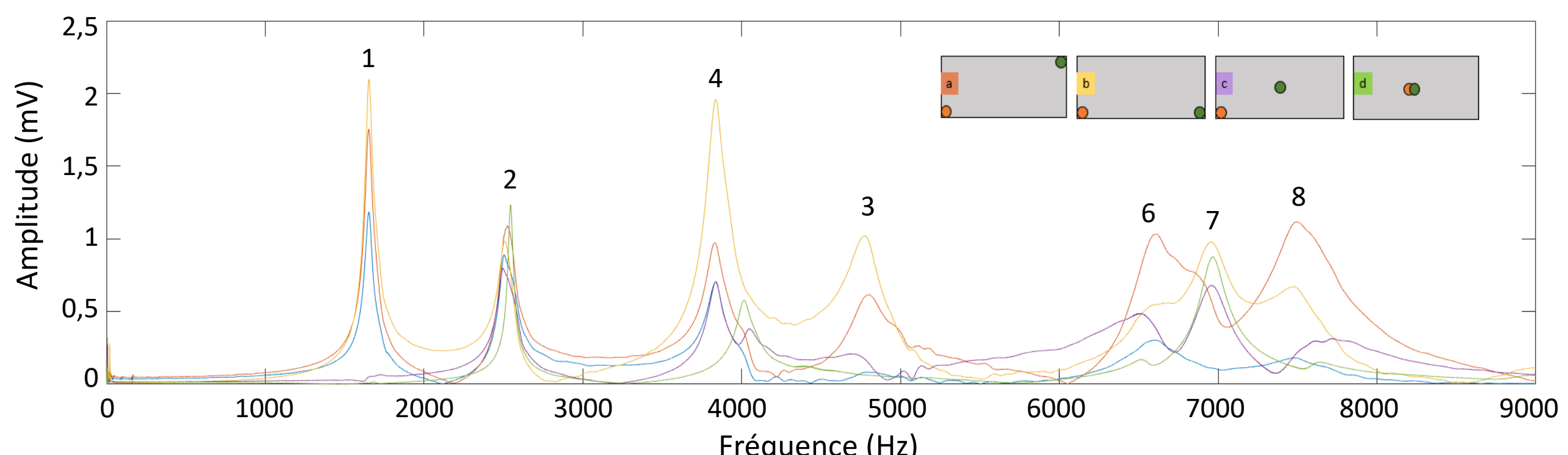


Schéma du dispositif d'analyse modale impulsionnelle [4]

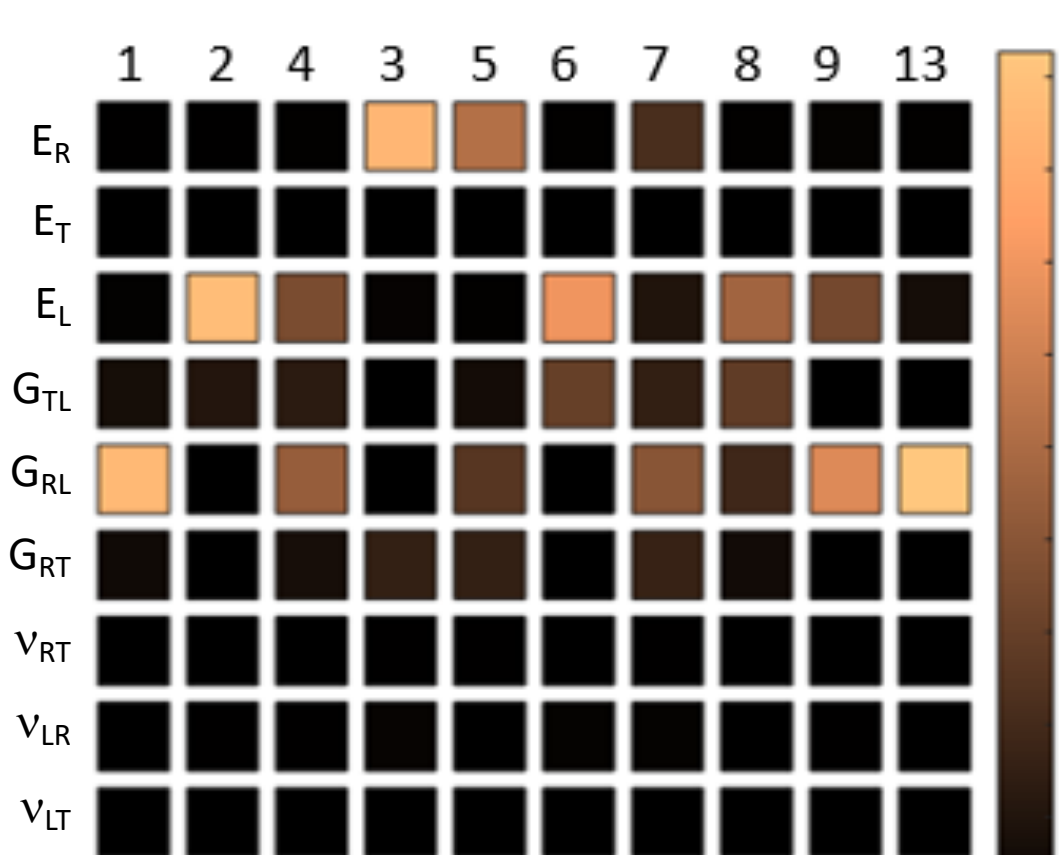
## Résultats préliminaires

- Identification des fréquences et des amortissements :



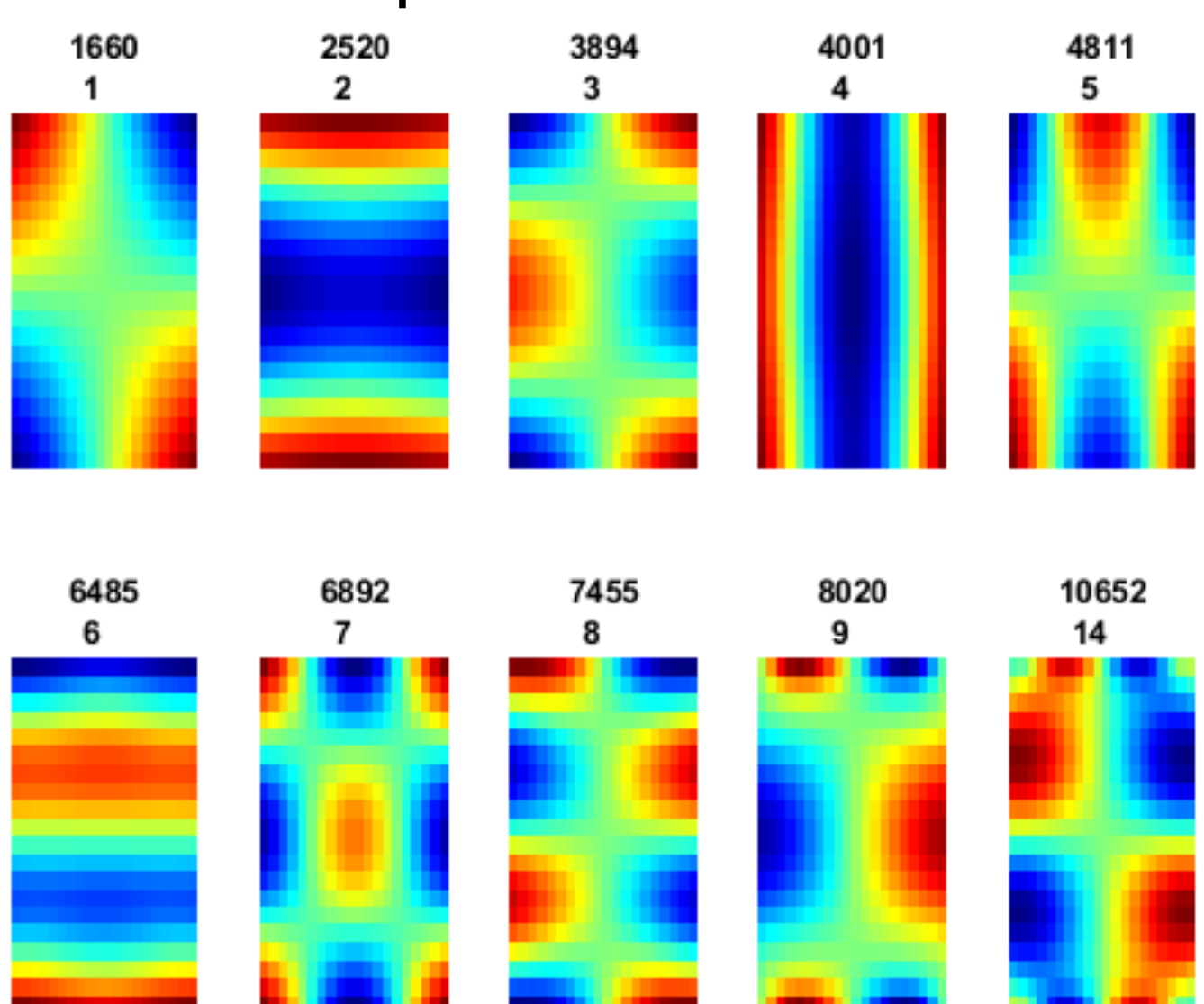
Exemple de réponses fréquentielles pour un échantillon de Paulownia avec différentes positions de l'impact et/ou de l'accéléromètre sur la plaquette à plat [5] – numérotation des modes suivant les modes théoriques avec le modèle de Guitard [6]

- Analyse de la sensibilité de chaque mode mesurable aux constantes élastiques [5,7]



Matrice de sensibilité [5]

- Fréquences (Hz) et déformées modales (grande face de la plaquette) obtenues après identification [5]



Déformées modales de la grande face [5]

- Identification des constantes élastiques pour un échantillon de Paulownia [5]

Constantes élastiques	Guitard (initialisation)	Identification (orthotrope cartésien)	Identification (orthotrope cylindrique avec courbure et orientation des cernes)
$E_R$ (GPa)	0,87	1,09	1,13
$E_T$ (GPa)	0,38	0,43	0,69
$E_L$ (GPa)	8,04	6,58	6,81
$G_{TL}$ (GPa)	0,48	0,95	0,91
$G_{RL}$ (GPa)	0,66	0,70	0,71
$G_{RT}$ (GPa)	0,14	0,08	0,08
$\nu_{RT}$ (-)	0,72	0,90	0,72
$\nu_{LR}$ (-)	0,36	0,30	0,36
$\nu_{LT}$ (-)	0,48	0,39	0,48

De vert à orange

Sensibilité forte à faible

## Perspectives

- Effet de la position et de la courbure des cernes sur l'identifiabilité des constantes élastiques
- Optimisation du programme d'identification des constantes élastiques
- Développement d'une méthode robuste d'identification des paramètres modaux
- Exploitation des amortissements modaux pour identifier un comportement visqueux orthotrope
- Sélection d'échantillons de la xylothèque / diversité anatomique, densité, angle de microfibrilles et chimie de la paroi

## Références

- [1] CIRAD. Xylothèque / Bois - <https://ur-biowooeb.cirad.fr/plateformes-equipements/bois-materiau/xylotheque>
- [2] J. Leron (S. Bardet, O. Arnould et S. Corn), *Caractérisation des propriétés viscoélastiques d'échantillon de bois*, Stage de Master 1 Mécanique, Université de Montpellier, 2020
- [3] N.K. Pipaud (O. Arnould), *Identification des constantes élastiques du bois*, Projet de Fin d'Etude, Polytech' Montpellier, Université de Montpellier, 2020-21
- [4] C. Bisch (S. Corn, O. Arnould et S. Bardet), *Étude des propriétés viscoélastiques par analyse modale*, Stage de 2<sup>e</sup> année d'école d'ingénieurs, IMT Mines Alès, 2021
- [5] S. Toumi (O. Arnould, S. Corn et D. Jullien), *Caractérisation des propriétés viscoélastiques d'échantillons de bois*, Stage de Master 1 Mécanique, Université de Montpellier, 2022
- [6] D. Guitard et F. El Amri, *Modèles prévisionnels de comportement élastique tridimensionnel pour les bois feuillus et les bois résineux*, *Ann. Sci. For.*, 44(3), 335-358, 1987
- [7] R. Longo, D. Laux, S. Pagano, T. Delaunay, E. Le Clezio, O. Arnould, *Elastic characterization of wood by Resonant Ultrasound Spectroscopy (RUS): a comprehensive study*, *Wood Sci. Technol.* 52, 383-402, 2018

