



HAL
open science

Identification des propriétés mécaniques de panneaux de particules et simulation stochastique du comportement de meubles

Zhou Chen, Luc Chevalier, Florent Pled, Heba Makhoulf, Eric Launay

► **To cite this version:**

Zhou Chen, Luc Chevalier, Florent Pled, Heba Makhoulf, Eric Launay. Identification des propriétés mécaniques de panneaux de particules et simulation stochastique du comportement de meubles. 5èmes journées du GDR 3544 Sciences du bois, Nov 2016, Bordeaux, France. . hal-01436963

HAL Id: hal-01436963

<https://hal.science/hal-01436963>

Submitted on 16 Jan 2017

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.

Contexte et objectifs

Contexte

- Simulation numérique au service de l'industrie du meuble

Objectifs

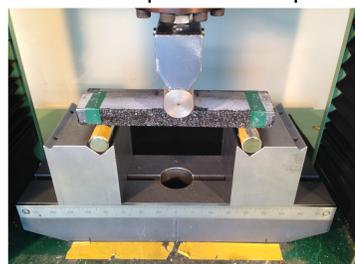
- Identification des propriétés élastiques du matériau bois en panneau de particules par corrélation d'images numériques
- Développement d'un outil de simulation numérique pour prédire la réponse de meubles aux essais de validation (tests normalisés)

Essai de flexion 3 points suivi par corrélation d'images

- Essai de flexion 3 points sur un échantillon de bois en panneau de particules

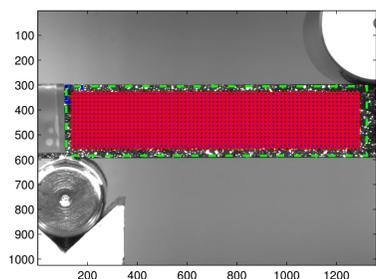


(a) Dispositif expérimental

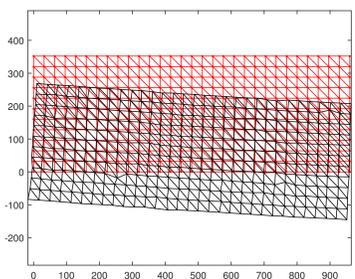


(b) Échantillon sous charge

- Mesures du champ de déplacement expérimental \mathbf{u}^{exp} par analyse d'images [1]



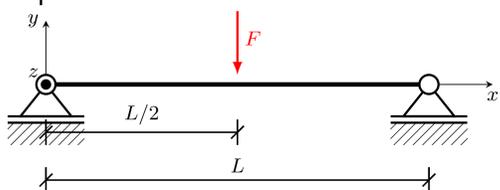
(a) Zone retenue pour l'identification



(b) Images initiale (-) et déformée (-)

Identification expérimentale des propriétés matériaux

- Poutre en flexion simple



- Solution analytique du modèle poutre [3]

$$\mathbf{u}(x, y) = \begin{pmatrix} u(x, y) \\ v(x, y) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{Fx^2y}{4EI_z} + \frac{Fy^3}{12GI_z} + \psi_0y + u_0 \\ \frac{Fx^3}{12EI_z} - \frac{Fh^2x}{16GI_z} - \psi_0x + v_0 \end{pmatrix}$$

- Identification du module d'Young E par la méthode des moindres carrés

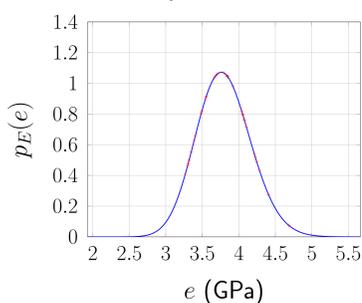
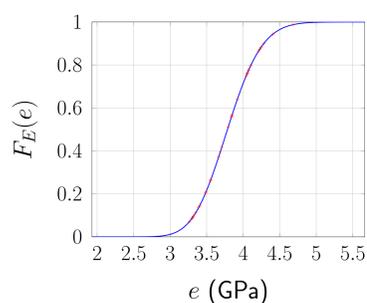
$$\min_{(E, u_0, v_0, \psi_0)} \|\mathbf{u} - \mathbf{u}^{\text{exp}}\|^2$$

Modélisation probabiliste du module d'élasticité longitudinal

- Modélisation paramétrique des incertitudes sur le module d'Young E [4]

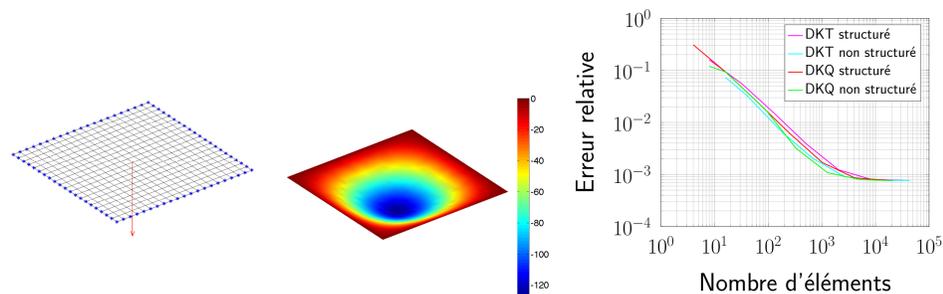
- Principe du maximum d'entropie : utilisation de l'information disponible sur E pour déterminer une forme explicite de sa densité de probabilité p_E
- Principe du maximum de vraisemblance : exploitation des données expérimentales recueillies sur E pour calculer les paramètres inconnus de p_E

- E suit la loi Gamma $\Gamma(m_E, \delta_E)$ de moyenne $m_E = 3.797$ GPa et de paramètre de dispersion $\delta_E = 0.0983$ mesurant les fluctuations statistiques

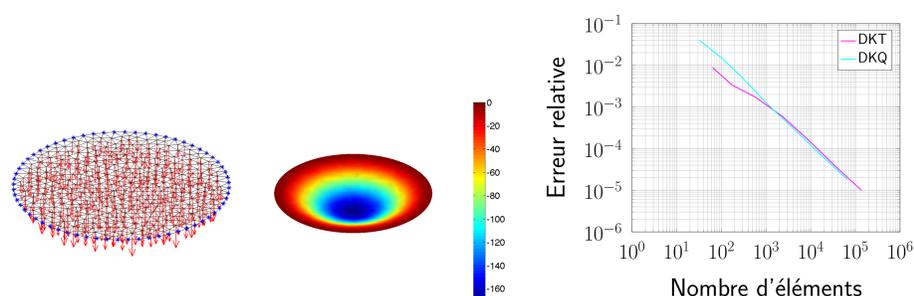
(a) Densité de probabilité p_E (b) Fonction de répartition F_E

Validation du modèle éléments finis de plaque

- Modèle éléments finis de plaque mince de Kirchhoff-Love : éléments DKT (Discrete Kirchhoff Triangle) et DKQ (Discrete Kirchhoff Quadrangle) [2]
- Plaque carrée simplement supportée soumise à une charge concentrée

(a) Conditions aux limites (b) Déplacement vertical w (c) Courbe de convergence

- Plaque circulaire encastrée soumise à une répartition de charge verticale

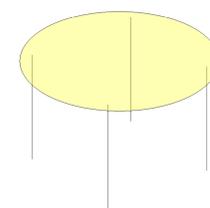
(a) Conditions aux limites (b) Déplacement vertical w (c) Courbe de convergence

Simulation stochastique d'une table

- Modélisation de la table par un assemblage de poutres et plaque



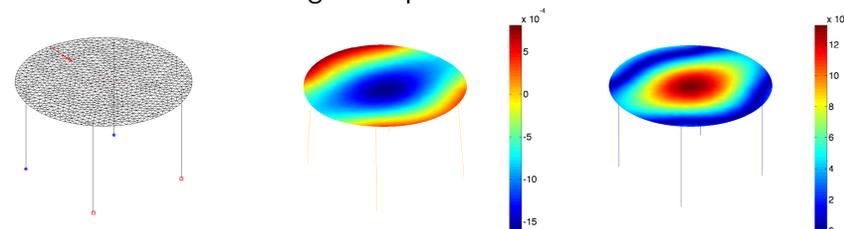
(a) Table réelle à tester



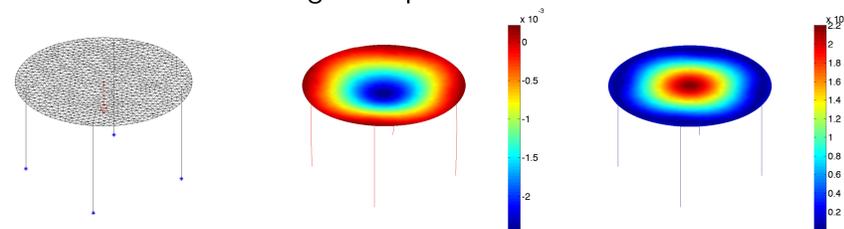
(b) Assemblage de poutres et plaque

- Propagation des incertitudes à travers le modèle de plaque

- Simulation d'un essai de charge statique horizontale



- Simulation d'un essai de charge statique verticale

(a) Conditions aux limites (b) Moyenne m_w (c) Écart-type σ_w

- Bon accord entre le déplacement vertical $w^{\text{exp}} = 2.35$ mm mesuré au centre de la plaque et la valeur moyenne $m_w = 2.44$ mm et l'écart-type $\sigma_w = 0.22$ mm du déplacement vertical w simulé numériquement

Perspectives

- Développement d'un modèle éléments finis de plaque épaisse de Reissner-Mindlin et d'un modèle probabiliste du module de cisaillement G
- Introduction d'une bibliothèque d'éléments de liaison pour prendre en compte les effets locaux au niveau des jonctions dans l'assemblage

L. CHEVALIER et al. « Digital image correlation used to analyze the multiaxial behavior of rubber-like materials ». In : *European Journal of Mechanics - A/Solids* 20.2 (2001), p. 169-187.

G. DHATT et J. L. BATOZ. *Modélisation des structures par éléments finis : Poutres et plaques. Volume 2*. Presses de l'Université Laval, 1990.

MAKHLOUF, H. et al. « A stochastic approach for the evaluation of the reliability of wood furniture in an industrial context : managing virtual standardization tests ». In : *Mechanics & Industry* 17.5 (2016), p. 503.

C. SOIZE. « Random Matrix Models and Nonparametric Method for Uncertainty Quantification ». In : *Handbook of Uncertainty Quantification*. Sous la dir. de R. GHANEM, D. HIGDON et H. OWHADI. Cham : Springer International Publishing, 2016, p. 1-69.