

SOUTENANCE DE THÈSE

Unité de recherche Roberval
Unité de recherche en mécanique, énergie et électricité

Grégoire Markey

sur le sujet :

De la structure à la dynamique d'un matériau fibreux

le **mercredi 4 décembre 2024 à 13h45**
à l'université de technologie de Compiègne
Amphi du centre d'innovation

Devant le jury composé de :

- **M. Etienne Barthel**, directeur de recherche, ESPCI, laboratoire SIMM, Paris, directeur de thèse
- **M. Nicolas Dauchez**, professeur des universités, université de technologie de Compiègne, laboratoire Roberval, directeur de thèse
- **M. Justin Dirrenberger**, maître de conférences, CNAM, laboratoire PIMM, Paris, rapporteur
- **M. Laurent Orgeas**, directeur de recherche, université Grenoble Alpes, laboratoire 3SR, Saint-Martin d'Hères, rapporteur
- **M. Camille Perrot**, professeur des universités, université Eiffel, laboratoire MSME, Champs-sur-Marne, examinateur
- **M. Catalin Picu**, professeur, Rensselaer Polytechnic Institut, Aerospace and Nuclear Engineering, Troy, US, examinateur
- **M. Alain Rassineux**, professeur des universités, université de technologie de Compiègne, laboratoire Roberval, examinateur
- **M^{me} Olfa Trabelsi**, maîtresse de conférences, université de technologie de Compiègne, laboratoire BMBI, examinatrice

Invités :

- M. Mohamed Rachik, professeur des universités, université de technologie de Compiègne, laboratoire Roberval
- M. Sylvain Berger, ingénieur de recherche, Saint-Gobain recherche Paris, Aubervilliers

Résumé

Les matériaux fibreux, tels que les laines minérales, peuvent être utilisés pour l'isolation acoustique de différents éléments de construction (cloisons, plafonds...). Le matériau étudié est un réseau de fibres de verre aléatoires partiellement liées par des jonctions polymères dont la relation entre micro-structure et comportement acoustique est mal comprise. En effet, dans les travaux antérieurs, les paramètres acoustiques macroscopiques ont été appréhendés sous l'hypothèse d'un squelette fibreux rigide. Cette hypothèse s'avère inexacte pour modéliser certaines applications, telles que les planchers flottants ou les cloisons, lorsque le déplacement de la structure du matériau doit être pris en compte. L'objectif principal de cette thèse est donc d'étudier le comportement dynamique de la laine minérale, ainsi que d'établir un lien entre la micro-structure et les propriétés mécaniques macroscopiques.

Des images obtenues au microscope confocal et des observations à l'échelle mésoscopique ont permis d'identifier certaines caractéristiques du matériau. Des expériences préliminaires ont confirmé qu'il est fortement anisotrope, même à petite échelle. La rigidité à la compression à travers l'épaisseur est relativement faible, alors que dans la direction transverse, des feuillets de fibres sont identifiés. Le liant polymère apparaît comme réparti très aléatoirement dans le matériau. Des mesures à l'échelle macroscopique des grandeurs dynamiques d'intérêt (rigidité, facteur de perte) en petites déformations ont été effectuées sur un lot d'échantillons modèles conçus à cette fin. Les résultats ont montré l'influence de certains paramètres microscopiques sur le comportement dynamique du matériau. Un modèle analytique simplifié a été développé sur la base de travaux existants. Ce modèle permet de retrouver les tendances observées par la mesure et d'identifier le phénomène dominant de la dissipation d'énergie.

En parallèle des aspects expérimentaux, un modèle numérique éléments finis 3D représentatif de la micro-structure du matériau a été développé. Pour cela un algorithme de génération de géométrie basé sur des fibres courbes a été mis au point. Ce modèle prend en compte la variabilité des dimensions des composants du matériau et les jonctions créées par le polymère, ainsi que leur viscoélasticité. Les effets de taille sont très importants sur ce type de modèles de matériau fibreux et rendent l'extraction d'un comportement homogène très difficile. Nous avons montré que l'utilisation de conditions aux limites généralisées permet de limiter ces effets de taille et d'atteindre la convergence du modèle numérique pour un volume de taille raisonnable.

Les nombreuses perspectives laissées ouvertes par ces travaux sont également discutées.