

APPEL A PROJET RECHERCHE #7 2025

Nom du porteur : Z. E. A. Fellah

Nom du projet : AIR-BUILD – **Air-coupled ultrasonic characterization of acoustic materials for sustainable buildings**

Laboratoire(s) impliqué(s) : Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique (LMA – UMR CNRS 7031)

Axe(s) : Milieux urbains et villes durables (bâtiments – acoustique – confort urbain – matériaux innovants).

Résumé du projet (5 lignes – anglais) :

This project aims to develop an air-coupled ultrasonic platform for non-contact characterization of acoustic materials used in buildings. It enables the study of sound propagation, attenuation, and dispersion in porous and heterogeneous materials, preserving fragile samples. The platform will strengthen IMI's research capabilities, support master and doctoral projects, and provide high-quality data for improving urban acoustic models for more sustainable and quieter environments.

Montant de la subvention demandée : 25 000 € HT

Contenu scientifique (2 pages max)

Contexte scientifique : La réduction du bruit urbain est un enjeu majeur pour la santé publique et le confort des habitants. Les bâtiments jouent un rôle central via l'utilisation de matériaux absorbants [1-6] pour limiter la propagation du bruit aérien et structurel.

Les matériaux poreux et hétérogènes (mousses polymères, composites poreux, matériaux biosourcés) sont largement utilisés, mais leur microstructure complexe [1-3] rend difficile la compréhension fine des mécanismes de propagation et d'atténuation acoustique.

Les méthodes classiques [4] reposent souvent sur des mesures en contact, susceptibles d'altérer le matériau et de biaiser les résultats. Dans ce contexte, les techniques ultrasonores aéroportées, sans contact [2,4,6], constituent une solution pertinente pour la caractérisation scientifique avancée des matériaux du bâtiment.

Programme de recherche

WP1 – Mise en place de la plateforme ultrasonore aéroportée

- Acquisition et intégration de transducteurs ultrasonores aériens haute performance
- Développement de bancs de mesure sans contact (transmission et réflexion)
- Protocoles de calibration et validation métrologique

WP2 – Caractérisation acoustique des matériaux du bâtiment

- Mesures d'atténuation, vitesse et dispersion acoustique
- Étude de matériaux poreux et absorbants utilisés dans le bâtiment
- Analyse des effets liés à l'hétérogénéité, microstructures et interactions fluide/structure

WP3 – Exploitation scientifique et perspectives urbaines

- Interprétation physique des données expérimentales

- Consolidation et amélioration des modèles acoustiques pour milieux poreux complexes
- Implication dans la formation et animation scientifique limitée aux étudiants de master et doctorants travaillant sur des projets de recherche

Retombées attendues

Scientifiques :

- Données expérimentales inédites sur la propagation acoustique dans les matériaux du bâtiment
- Publications dans des revues internationales en acoustique et mécanique
- Consolidation de modèles acoustiques pour milieux poreux complexes

Structurantes pour l'IMI :

- Mise en place d'une plateforme expérimentale mutualisable au sein de l'Institut
- Support aux stages de master, doctorats et futurs projets financés

Sociétales :

- Contribution à la conception de bâtiments plus silencieux
- Amélioration du confort acoustique en milieu urbain.

Équipe scientifique

Porteur : Z. E. A. Fellah – Chercheur CNRS, expert en acoustique des milieux poreux, ultrasons et modélisation avancée

Membres :

- E. Ogam – Ingénieur de Recherche CNRS, expérimentation acoustique
- T. Scotti – Ingénieur de Recherche CNRS, analyse et inversion de données
- Doctorants (Christian Meso) et stagiaires (Pablo Pointet) – participation aux mesures et analyses expérimentales.

Adéquation avec le projet, complémentarité :

L'équipe combine une expertise solide en acoustique des matériaux poreux, instrumentation ultrasonore et modélisation avancée. Les non-permanents (doctorants, stagiaires) contribuent activement aux mesures expérimentales, à l'analyse des données et au développement des protocoles. Cette complémentarité permet de couvrir l'ensemble des aspects théoriques et expérimentaux du projet.

Pluri-disciplinarité / collaboration inter-laboratoire :

Ce projet, centré sur l'acoustique des matériaux du bâtiment et l'amélioration du confort urbain, s'inscrit dans l'axe "Milieux urbains et villes durables" de l'IMI. Il ouvre des opportunités de collaborations inter-laboratoires avec des équipes travaillant sur l'urbanisme, l'ingénierie du bâtiment, la thermique, la modélisation urbaine ou les matériaux innovants. Ces interactions permettront un croisement des expertises pour développer des solutions durables et innovantes pour les environnements urbains.

Commentaire général sur l'équipe scientifique :

L'équipe est parfaitement adaptée au projet, alliant compétences expérimentales et théoriques en acoustique, et offrant un potentiel de collaboration interdisciplinaire et inter-laboratoire, en lien avec les priorités de l'Institut et les enjeux sociétaux de l'axe urbain.

Références

- [1] C. Meso, Z.E.A. Fellah, E.H.A. Diallo, E. Ogam, M. Valentin, Determination of viscous and thermal characteristic lengths in rigid porous materials via ultrasonic and Brewster angle measurements, *J. Acoust. Soc. Am.* 157 (6), 4546-4558, (2025).
- [2] D. Lafarge, A. Bouchendouka, Z.E.A. Fellah et al, Breakdown of classical models in highly damped ultrasonic propagation, *J. Acoust. Soc. Am.* 158 (3), 2389-2403, (2025).
- [3] C. Meso, H. Franklin, E. Ogam, Z.E.A. Fellah, Observation of micropolar modes in the transmission of acoustic waves at oblique incidence by polystyrene plates, *J. Acoust. Soc. Am* 156 (4), 2606-261 (2024).
- [4] A. Bouchendouka, Z.E.A. Fellah, C.T. Nguyen, E. Ogam, C. Perrot, A. Duval, C. Depollier, Improving acoustic wave propagation models in highly attenuating porous materials, *J. Acoust. Soc. Am.* 155, 206-217, (2024).
- [5] E. Ogam, Z.E.A. Fellah, M. Fellah, C. Depollier , Theoretical and experimental study of micropolar elastic materials using acoustic waves in air. *J. Sound. Vib.* 510 116298, (2021)
- [6] Z.E.A. Fellah, M. Fellah, E. Ogam, et al., Reflection and transmission of transient ultrasonic wave in fractal porous material: Application of fractional calculus, *Wave Motion*, 106, 102804 (2021).