

Développement et étude du comportement acoustique de panneaux acoustiques absorbants large bande intégrant des matériaux microstructurés sous fort niveau d'excitation acoustique

Mots clés : Acoustique, matériaux structurés, méta-matériaux, absorbeurs acoustiques, fort niveau, absorption, transmission, poreux, résonateurs

Les matériaux poreux et fibreux sont communément utilisés afin d'améliorer le comportement acoustique absorbant et isolant des structures. Cependant, leur efficacité se limite aux moyennes et hautes fréquences pour lesquelles la longueur d'onde acoustique est de l'ordre de grandeur de l'épaisseur du matériau. Une solution pour améliorer le comportement acoustique est d'intégrer dans la matrice poreuse des résonateurs de type cavités acoustiques ou résonateurs de Helmholtz [1]. Pour des résonateurs de petites dimensions (de l'ordre ou inférieur au cm) il est possible de créer une périodicité suivant la direction de l'onde pour obtenir un phénomène d'augmentation de la compressibilité du fluide équivalent responsables d'effets d'absorption très basses fréquences, bien inférieures aux fréquences propres des résonateurs [2-4]. Une récente étude [2,4] portant sur la modélisation, le développement et le test de ces matériaux microstructurés de type multi-cavités résonantes (voir Figure 1) a fourni une première confirmation de ces tendances pour des excitations en régime linéaire par ondes planes sous incidence normale. De nombreuses recherches et développements sont nécessaires pour approfondir la compréhension des phénomènes physiques, optimiser de tels systèmes et les rendre applicables (pour les industries comme celles des transports, de l'aérospatiale ou du bâtiment ...). En effet l'absorption obtenue par les matériaux microstructurés correspond à des pics relativement fins en fréquence. De plus ces matériaux microstructurés sont susceptibles d'être utilisés dans des environnements à fort niveau de pression acoustique (comme les compartiments moteurs ou les réacteurs), et leur comportement acoustique peut être fortement modifié par le niveau de pression acoustique [5]. Le comportement acoustique de ces matériaux peut dépendre de l'incidence de l'onde, or ils sont susceptibles d'être utilisés dans des environnements pour lesquels les champs acoustiques se rapprochent plus d'ondes en incidence oblique ou rasante ou de champ diffus.

Ainsi l'objectif de la thèse est de pouvoir modéliser, optimiser et développer des panneaux acoustiques large-bande de grandes dimensions intégrant des matériaux microstructurés pour différentes excitations acoustiques. Pour cela la thèse comprend trois parties interdépendantes :

- 1) **Optimisation acoustique des matériaux microstructurés** : il est proposé de modifier les microstructures de ces matériaux afin d'obtenir des résonateurs plus efficaces en basses fréquences. Le développement de modèles (analytique et numérique), l'optimisation de la microstructure, ainsi que la conception et la réalisation de prototypes (imprimantes 3D) et les tests en tube acoustique seront réalisés.
- 2) **Etude et modélisation acoustiques des matériaux microstructurés sous fort niveau d'excitation acoustique** : une adaptation des modèles analytiques prenant en compte les effets dus au fort niveau d'excitation sera proposée. Des mesures en résistivimètre à haut débit ainsi qu'en tube acoustique à fort niveau d'excitation seront effectuées.
- 3) **Etude et développement de panneaux acoustiques absorbants comprenant des inclusions de matériaux microstructurés pour des excitations en incidence oblique et en champ diffus** : Il sera proposé la modélisation acoustique sous incidence oblique et en champ diffus de matrice poreuse comprenant des inclusions de matériaux microstructurés étudiés dans les parties 1 et 2. Des panneaux de grandes dimensions seront ensuite fabriqués et testés sous incidence oblique puis en champ diffus sous faible et fort niveaux d'excitation. Plusieurs configurations de design de panneaux absorbants seront étudiées.

Ce travail de recherche se déroulera principalement au laboratoire ICAR de l'École de Technologie Supérieure (ÉTS) de Montréal (composante de l'Université du Québec) sous la direction du Pr. Thomas Dupont. Ce projet se fera en étroite collaboration avec les Universités de Bourgogne (France), de Sherbrooke (Canada), et de Salford (UK). Des déplacements dans les laboratoires partenaires pourront être organisés. Ce projet comprend le développement d'approches analytiques, l'utilisation de codes numériques, la définition et la fabrication de prototype ainsi que l'utilisation et le développement de méthodes expérimentales (tube acoustique fort niveau, résistivimètre haut débit, chambre réverbérante, petite cabine acoustique ...). Le (la) candidat(e) devra posséder de bonnes compétences en acoustique générale et en acoustique des matériaux. Des connaissances en conception-fabrication seraient également appréciées.

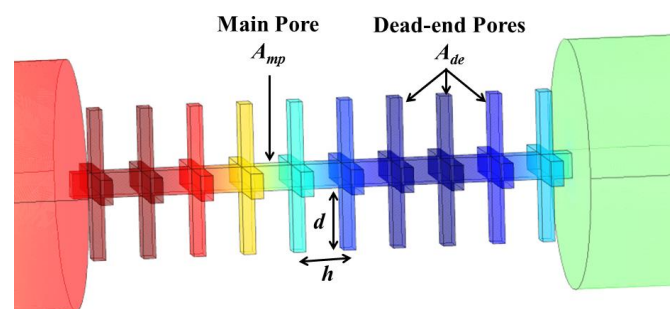


Figure 1 – Exemple de matériaux microstructurés de type multi-pores résonants perforés [2].

Contact

Thomas Dupont, Professeur agrégé
École de Technologie Supérieure
1100, rue Notre-Dame Ouest | Montréal (Qc) Canada | H3C 1K3
Tél.: (+1) 514-396-8771
Thomas.Dupont@etsmtl.ca

Références

- [1] Doutres O, Atalla A, Osman H. Transfer matrix modeling and experimental validation of cellular porous material with resonant inclusions. *J Acoust Soc Am.* 137(6):3502–13, (2015).
- [2] T. Dupont, P. Leclaire, R. Panneton, O. Umnova, “A microstructure material design for low frequency sound absorption”, *Applied Acoustics* 136, 86–93, (2018).
- [3] P. Leclaire, O. Umnova, T. Dupont, R. Panneton, “Acoustical properties of air-saturated porous material with periodically distributed dead-end pores”, Accepted in *J. Acoust. Soc. Am.* (2015).
- [4] P. Leclaire, T. Dupont and S. Aivazzadeh, inventors, Université de Bourgogne, assignee. Résonateur acoustique de faible épaisseur de type mille-feuille perforé pour l'absorption ou le rayonnement acoustique très basses fréquences. International patent WO 2017134125 A1.2017 Aug10
- [5] T. Dupont, “Étude, développement et caractérisation de matériaux acoustiques spécifiques pour des applications basses et moyennes fréquences”, HDR, (2016).