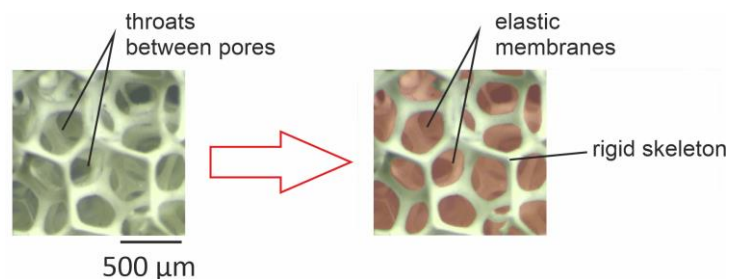


## Development of enhanced acoustic foams

The microstructure of open-cell solid foams is inherited from the liquid foams that preceded them in the production phase: pores are connected by throats which size depend on both pore size and density. For several years now, we study the functional properties of monodisperse open-cell foams made from cement, geopolymer, elastomer, hydrogel, ... Monodispersity appeared to be a key element to understand fully those properties. For example, we showed how acoustic absorption is set by the foam microstructure.

To further improve those properties, it turns out to be necessary to introduce/combine other ingredients to optimize the basic microstructure. It is proposed to deposit elastic material into to foam porosity, in the form of membranes at the level of the passages between pores (see figure), which could allow to put into action local mechanical resonance phenomena. According to a first model of this effect, it is possible to find resonance regimes that allow a very strong absorption of sound waves. This type of regime seems to have been observed in flexible foams; here we propose to develop more mechanically resistant materials thanks to the rigid skeleton of the foam that hosts the flexible membranes.



The methodology can be described as follows: (1) Production of the hosting monodisperse and open-cell solid foams. Those will be made of a geopolymer matrix and will be prepared according to the method developed in the lab Navier (patent WO 2019 122678A1, EP3728159, see also reference [3] below). (2) Production of polymer liquid foam and flow of this foam through the host solid foam. At this stage, Phase Change Materials could be added to the polymer foam in order to increase the thermal inertia of the system. (3) Sol-gel transition triggered for the liquid polymer foam in the host solid foam. (4) Acoustic measurements will be performed using an impedance tube in order to highlight possible frequency ranges where acoustic absorption is significantly enhanced. Local measurements will also be carried out using a high-speed camera and a laser vibrometer. (5) observation by optical microscopy of the membrane distribution. (6) A parametric study will be performed based on the elastic modulus of the membranes, the size of the pores, the size of the pore throats, the PCM loading and temperature, with respect to the phase transition temperature of the PCM.

*Selected publications of the team in the field: [1] "Foam: Structure and Dynamics", Oxford University Press (2013) ISBN: 978-0-19-966289-0. [2] Acoustics of monodisperse open-cell foam: An experimental and numerical parametric study, J. Acoust. Soc. Am. (2020) 148, 1767-1778. [3] A physical approach towards controlling the microstructure of metakaolin-based geopolymer foams, Cement & Concrete Research (2019) 124, 105807. [4] Tensile mechanics of polymeric foam ribbons, Polymer Testing (2020) 86, 106513. [5] Optimal cement paste yield stress for the production of stable cement foams, Cement and Concrete Research (2019) 120, pp. 142-151.*

For more details about the team: see [navier-lab.fr/la-recherche/rheophysique-et-milieux-poreux/](http://navier-lab.fr/la-recherche/rheophysique-et-milieux-poreux/)

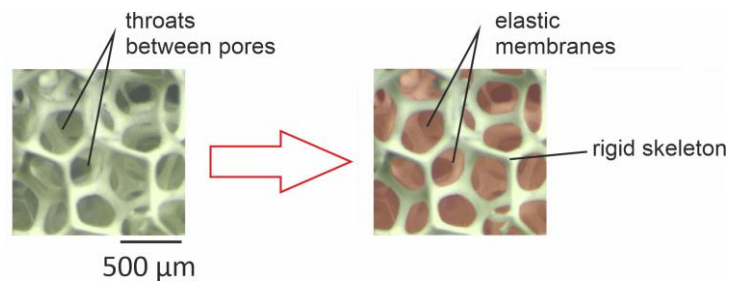
**Applicant profile:** (1) To be interested in **experiments**. (2) Basic skills in **physics/mechanics** are required. (3) Skills in acoustics will be welcomed but they are not compulsory. Salary: 1600€/net.

Location: Université Gustave Eiffel, Champs-sur-Marne (RER A, stop: Noisy-Champs)  
Please contact by email: [olivier.pitois@univ-eiffel.fr](mailto:olivier.pitois@univ-eiffel.fr)

# Développement de mousses d'isolation acoustique

La microstructure des mousses solides à cellules ouvertes est héritée des mousses liquides qui les ont précédées dans la phase de production : les pores sont connectés par des gorges dont la taille dépend à la fois de la taille des pores et de la densité. Depuis plusieurs années, nous étudions les propriétés fonctionnelles des mousses monodisperses à cellules ouvertes à base de ciment, géopolymère, élastomère, hydrogel, ... La monodispersité est apparue comme un élément clé pour comprendre pleinement ces propriétés. Par exemple, nous avons montré comment l'absorption acoustique est déterminée par la microstructure de la mousse.

Pour améliorer encore ces propriétés, il s'avère nécessaire d'introduire/combinaison d'autres ingrédients pour optimiser la microstructure de base. Il est proposé de déposer du matériau élastique dans la porosité de la mousse solide, sous forme de membranes au niveau des passages entre les pores (voir figure), ce qui pourrait permettre de mettre en œuvre des phénomènes de résonance mécanique locale. Selon une première modélisation de cet effet, il est attendu de trouver des régimes de résonance qui permettent une très forte absorption des ondes sonores. Ce type de régime semble avoir été observé dans les mousses souples ; nous proposons ici de développer des matériaux plus résistants mécaniquement grâce au squelette rigide de la mousse qui accueille les membranes souples.



La méthodologie peut être décrite comme suit : (1) Production de mousses solides à cellules ouvertes et monodisperses. Celles-ci seront constituées d'une matrice géopolymère et des échantillons seront préparés selon la méthode développée au laboratoire Navier (brevet WO 2019 122678A1, EP3728159, voir également la référence [3] ci-dessous). (2) Production de mousse liquide de polymère et écoulement de cette mousse à travers la mousse solide hôte. À ce stade, des Matériaux à Changement de Phase peuvent être ajoutés à la mousse de polymère afin d'augmenter l'inertie thermique du système. (3) Déclenchement de la transition sol-gel pour la mousse liquide de polymère dans la mousse solide hôte. (4) Des mesures acoustiques seront effectuées à l'aide d'un tube à impédance acoustique afin de mettre en évidence les plages de fréquences où l'absorption acoustique est significativement améliorée. Des mesures locales seront également effectuées à l'aide d'une caméra rapide et d'un vibromètre laser. (5) Le dépôt des membranes sera caractérisé par microscopie optique. (6) Une étude paramétrique sera réalisée en fonction du module élastique des membranes, de la taille des pores, de la taille des gorges entre pores, de la concentration en MCP et de la température, par rapport à la température de transition de phase du MCP.

Sélection de publication de l'équipe dans le domaine: [1] "Foam: Structure and Dynamics", Oxford University Press (2013) ISBN: 978-0-19-966289-0. [2] Acoustics of monodisperse open-cell foam: An experimental and numerical parametric study, J. Acoust. Soc. Am. (2020) 148, 1767-1778. [3] A physical approach towards controlling the microstructure of metakaolin-based geopolymer foams, Cement & Concrete Research (2019) 124, 105807. [4] Tensile mechanics of polymeric foam ribbons, Polymer Testing (2020) 86, 106513. [5] Optimal cement paste yield stress for the production of stable cement foams, Cement and Concrete Research (2019) 120, pp. 142-151.

Pour davantage de détails sur l'équipe d'accueil, consulter : [navier-lab.fr/la-recherche/rheophysique-et-milieux-poreux/](http://navier-lab.fr/la-recherche/rheophysique-et-milieux-poreux/)

**Profil du candidat :** (1) Goût prononcé pour les **expériences**. (2) Connaissances de base requises en **physique/mécanique**. (3) Des connaissances en acoustique seront bienvenues mais elles ne sont pas indispensables. Salaire : 1600€/net.

Site: Université Gustave Eiffel, Champs-sur-Marne (RER A, stop: Noisy-Champs)

Contact email: [olivier.pitois@univ-eiffel.fr](mailto:olivier.pitois@univ-eiffel.fr)