

## Offre de thèse : BIOFAST Formulation BIOsourcée multi-échelles Fibres, Amphiphile, miniémulsion et composite superisolant nanoporeux

Diminuer les pertes énergétiques en employant des biomatériaux est un enjeu sociétal fort. Les premiers produits superisolants déployés sur le marché du bâtiment, de l'emballage et de l'automobile sont des composites d'aérogels de silice dont le rôle est de diminuer drastiquement les pertes thermiques sans augmenter ni les masses des produits, ni leurs épaisseurs. Ces superisolants sont obtenus à partir d'aérogels de silice, de latex de polymère en présence de tensioactifs et de fibres. C'est la texture 3D du matériau nanoporeux (85% de mésopores, 2% de liant nanostructuré) mais aussi une dispersion uniforme des opacifiants ( $\text{TiO}_2$ ) et des fibres<sup>(3)</sup> qui induisent les propriétés ciblées. Le design du matériau, c'est-à-dire l'adéquation formulation/voie d'élaboration (classique ou impression 3D) est primordial.

L'adsorption des nanoparticules de polymère (diamètre ca 200 nm) et du tensioactif sur les grains d'aérogels hydrophobes (taille comprise entre 1 $\mu\text{m}$  et 3 $\mu\text{m}$ ) est déterminante. Elle doit être maîtrisée de telle manière que le film de polymère formé sur l'aérogel lors du séchage soit discontinu. Ce film architecture finement l'arrangement des grains d'aérogel en un composite anisotrope. En se formant lors du séchage, il apporte le juste niveau de cohésion 3D pour assurer les propriétés mécaniques sans nuire aux propriétés thermiques. Cette étape d'adsorption des nanoparticules de polymère est un véritable verrou dans la fabrication du matériau superisolant. La présence des fibres (de verre ou de polypropylène) modifie le comportement mécanique et permet ainsi la manipulation du composite lors de la fabrication puis la pose des produits sans ouvertures de fissures. Les formulations actuelles sont efficaces mais aucune n'est biosourcée.

Le premier objectif de cette thèse sera d'évaluer la pertinence de systèmes biosourcés (fibres, latex, tensioactif) en s'appuyant sur les compétences couplées de l'IMP pour la préparation de suspensions stables de nanoparticules de polymère constituant le liant organique et le contrôle des interactions nanoparticules/aérogel/fibres, et de MATEIS pour la formulation et la caractérisation mécanique et texturale. Dans un second temps, les propriétés finales du matériau seront caractérisées avec les outils multi-échelles adaptés (WET-STEM, tomographies). L'influence des conditions de séchage du matériau sera étudiée. L'interface fibre/matrice sera investiguée pour appréhender le mode de rupture. Les données d'entrées nécessaires aux modélisations seront déterminées et des outils existants seront revisités. Cette thèse est ouverte sur des collaborations avec des laboratoires universitaires étrangers (Suisse pour la modification des aérogels, Japon pour la mesure des propriétés thermiques) et bénéficiera de l'appui d'un projet franco-allemand sur le développement de la tomographie WET-STEM.

Profil des candidats : Le (la) candidat(e) possèdera des connaissances solides en polymères, colloïdes et matériaux (master ou école d'ingénieur). Il ou elle possèdera idéalement des compétences en caractérisations physicochimiques et mécaniques des matériaux. Il ou elle aura un goût pour le travail en équipe au niveau international, avec un niveau d'anglais convenable.

Financement : Bourse MESR de l'Ecole Doctorale Matériaux de Lyon, sur audition en mai.

Lieu de travail : Université de Lyon – France, Campus de La Doua

Spécialité : Chimie – Matériaux - Sciences pour l'ingénieur

Contacts : Dr. Nathalie Sintès ([Nathalie.sintes@univ-lyon1.fr](mailto:Nathalie.sintes@univ-lyon1.fr)) et Dr. Genevieve Foray ([Genevieve.foray@insa-lyon.fr](mailto:Genevieve.foray@insa-lyon.fr))

Documents pour candidature par mail avant le 16 avril 2021 : lettre de motivation, CV, relevé de notes

Bibliographie :

Roïban L, et al., **Advanced 3 D characterization of silica based ultraporous material**, *RSC Advances*, 6, 2016, p. 10625

Groison E., et al. **All-supramolecular" nanocapsules from low-molecular weights ureas through interfacial addition reaction in miniemulsion**, *Macromolecular Rapid Communications*, 2011, 32(6), p. 491

Gaudin F., et al. **Correlation between the polymerization kinetics and the chemical structure of poly(urethane-urea) nanocapsule membrane obtained by interfacial step polymerization in miniemulsion**, *Colloids and Surfaces A*, 2012, 415, p. 328.

Perret A., et al. **Study of the surfactant role in latex-aerogel systems by scanning transmission electron microscopy on aqueous suspensions**, *Journal of microscopy*, 2017, p. 3.