

# Matériaux numériques / propriétés effectives

Dominique Baillis<sup>EC</sup>, Nawfal Blal<sup>EC</sup>, Anthony Gravouil<sup>EC</sup>, Gergely Molnar<sup>C</sup>, Anne Tanguy<sup>EC</sup>

S. Cunsolo<sup>Doc.</sup>, P. Desmarchelier<sup>Doc.</sup>, T. Djourachkovitch<sup>Doc.</sup>, A. Glacet<sup>Doc.</sup>, Z. Kang Low<sup>Doc.</sup>, Z. Wenqi<sup>Doc.</sup>

N. Hamila<sup>EC</sup>  
(MULTIMAP)

## Contexte global

Relation structure des matériaux et propriétés effectives macroscopiques / Méthodes numériques performantes

- Large gamme de matériaux (denses, poreux, composites)
- Continuum d'échelles d'hétérogénéités (de l'échelle atomique à la microstructure des architectures)
- Propriétés multi physiques : mécaniques, thermiques (conductives, radiatives)
- Applications variées : optimisation mécanique et/ou thermique des matériaux fonctionnels ou multifonctionnels  
(Transport, Energie pour un développement durable, Environnement)



Grands Enjeux sociétaux de l'INSA

## De la structure des matériaux aux propriétés effectives macroscopiques

### Réseau atomique

■ **Dynamique moléculaire** pour caractériser le comportement homogène du verre de silice amorphe

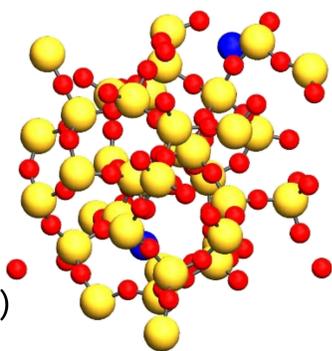
ILM univ. Lyon 1, EMSE, ESPCI  
ANR MECASIL, ANR MULTISIL

effet de la composition (% oxyde de sodium) sur les courbes de charges

➤ Vers l'endommagement (fissuration)

➤ Vers les propriétés thermiques de nanocomposites

Paul Desmarchelier

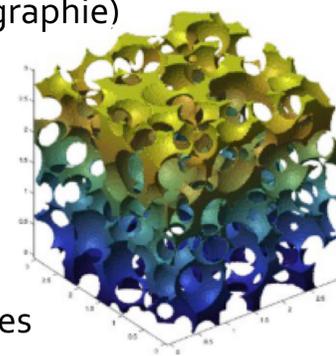


### Matériaux poreux cellulaires non périodiques

■ **Génération numérique** (Voronoi/tomographie)

S. Cunsolo

Université Naples et Connecticut



■ **Méthode d'homogénéisation éléments finis** pour les propriétés mécaniques linéaires

- Conditions limites appropriées
- Statistique sur les échantillons

Z. Wenqi

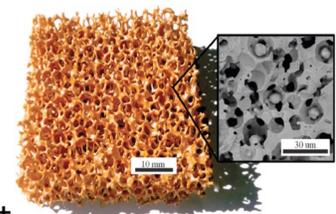
➤ Vers les propriétés non linéaires

EC2-modelisation

■ **Méthode de Monte-Carlo** pour les propriétés thermiques (conduction-rayonnement)

Z. Kang Low

Saint Gobain, CSTB, EC2-modelisation



➤ Vers des brins diffusants le rayonnement

➤ Vers les composites fibreux et bio-sourcés

Université Monastir,  
ULCO, Chaire Volvo

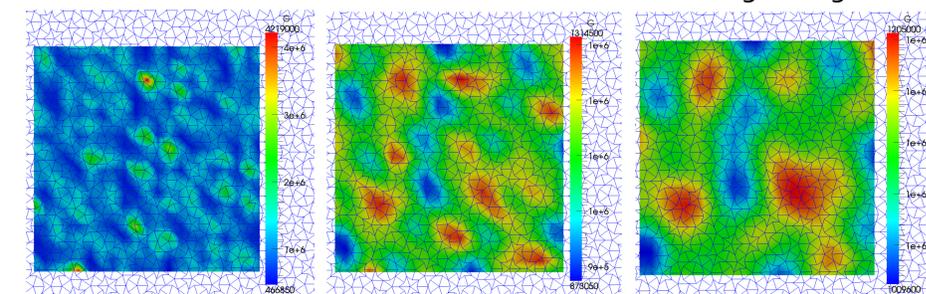


### Réseau de poutres quasi périodique

■ Méthode de **Coarse graining** pour identifier les modules d'Elasticité du milieu continu équivalent ➤ Vers l'endommagement (fissuration)

Arthur Glacet

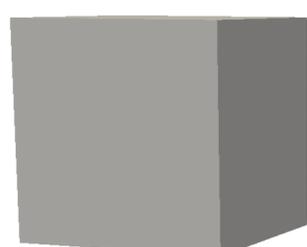
Module local de cisaillement à différentes échelles de coarse-graining



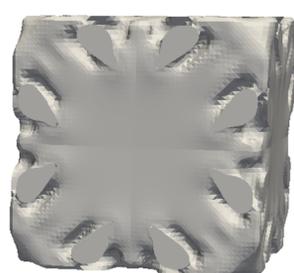
## Des performances des matériaux à la microstructure / optimisation topologique

■ Méthode d'optimisation topologique multi-échelle (faisant appels aux méthodes d'homogénéisation) pour maximiser la rigidité, minimiser la masse de matériaux architecturés périodiques

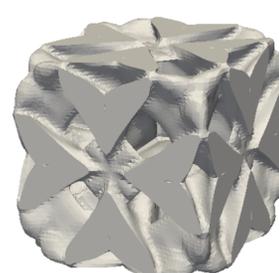
T. Djourachkovitch



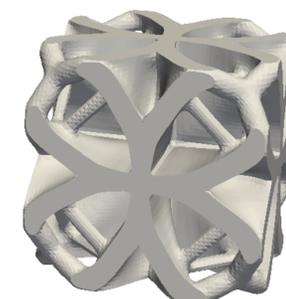
Iteration 0



Iteration 50



Iteration 100



Iteration 300



LaMCoS, Université de Lyon,  
CNRS, INSA-Lyon UMR5259  
27 bis avenue Jean Capelle Ouest,  
F69621 Villeurbanne Cedex