

Florian Martoia et Pierre Dumont
Laboratoire de Mécanique des Contacts et des Structures
INSA de Lyon – CNRS UMR5259
85 rue Henri Becquerel, F-01100 Oyonnax
France
florian.martoia@insa-lyon.fr
pierre.dumont@insa-lyon.fr



Offre de stage de master (4 à 6 mois) sur la caractérisation de mousses biosourcées à partir d'images 3D

Contexte – Les matériaux cellulaires à base de nanofibrilles de cellulose (NFC, figure 1 a) sont des matériaux biosourcés émergents (figure 1 b). Ils se présentent comme des solutions matériaux potentiellement pertinentes et performantes pour concevoir des âmes de structures composites sandwich ou bien encore des **matériaux isolants voire super-isolants**. Ces matériaux architecturés peuvent être fabriqués par solidification de gels aqueux de NFC (insert dans la figure 1 a), c'est-à-dire des enchevêtrements saturés d'eau constitués de NFC fortement connectés par des interactions colloïdales. Durant cette étape, des cristaux de glace se forment en repoussant progressivement les NFC et jouent le rôle d'agents porogènes. Ces cristaux sont ensuite éliminés par lyophilisation. Les mécanismes de formation des cristaux en présence de gels et la consolidation des réseaux de NFC qui en résulte sont très mal connus et limitent grandement la maîtrise et l'optimisation de la microstructure des mousses ainsi élaborées. Ceci vient en particulier de la rhéologie des gels de NFC, qui dans les régimes de concentration très élevés impliqués, est complexe et n'a pas été encore étudiée.

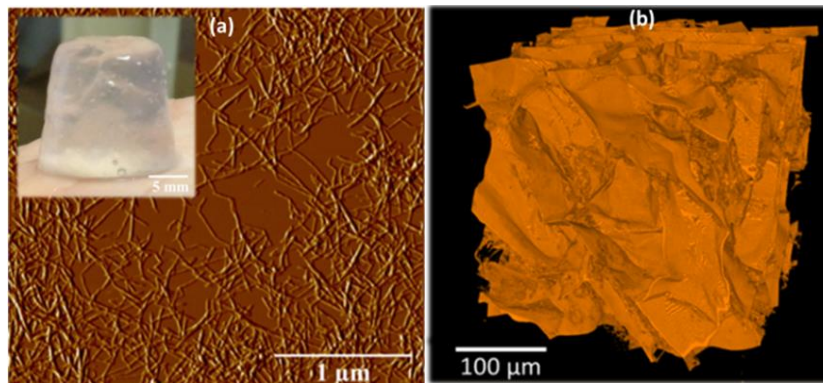


Fig. 1: (a) Micrographie AFM de NFC individualisées. En insert un gel de NFC à une concentration de 1% en masse. (b) Image 3D d'une mousse à base de NFC obtenue par microtomographie synchrotron à rayons X.

Objectif, mission et planning – Dans ce contexte, le stage visera à **mieux comprendre la morphogénèse des cristaux de glace** au sein des gels de NFC. Plus précisément, la personne recrutée en stage sera amenée :

- à dépouiller plusieurs expériences de solidification de gels de NFC effectuées avec observations 3D in situ par microtomographie à rayons X sur la ligne ID19 de l'ESRF (figure 2),
- à analyser la morphologie des phases NFC et glace et en tirer des descripteurs microstructuraux pertinents des structures induites : tailles, anisotropies, courbures des

grains de glace, épaisseurs, connectivité et élargissement des parois de NFC... Ceci se fera en utilisant des algorithmes d'analyse d'images dédiés aux structures cellulaires et à la neige.

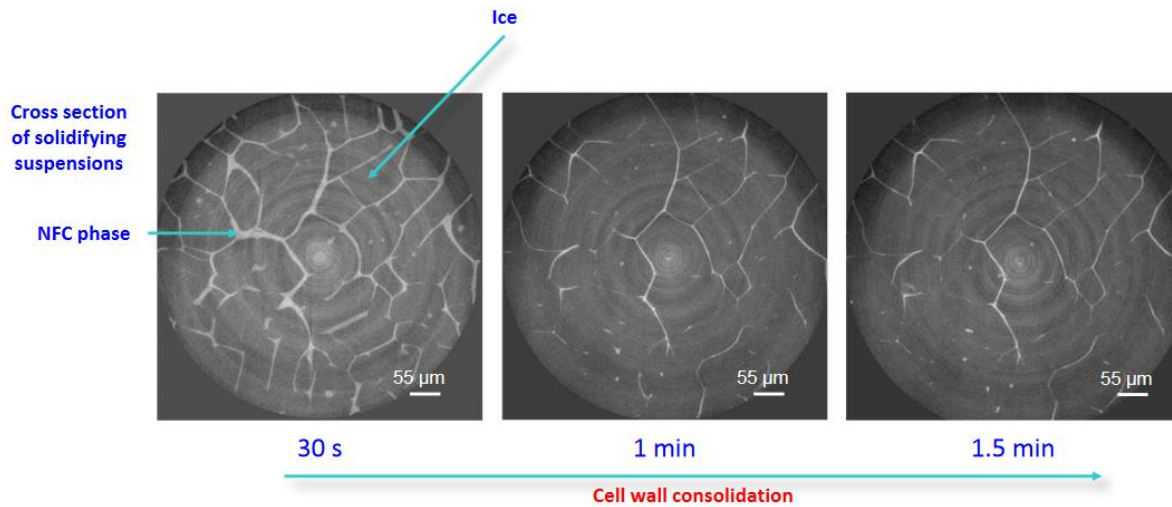


Fig. 2 – Coupes horizontales issues de scans 3D réalisés à différents instants lors de la solidification unidirectionnelle (perpendiculaire aux plans de coupe) d'un gel de NFC concentré à 1% (images réalisées en microtomographie à rayons X, ESRF-ID19, taille de voxels de 0.55 μm, temps de scan de 4 s en mode Paganin) : à 0 s, le gel est homogène alors qu'à 30 s, des grains allongés et colonnaires de glace se sont formés, repoussant et consolidant progressivement les réseaux de NFC (en clair) qui se densifient (entre 30 et 90 s, la phase claire est de plus en plus absorbante et ses épaisseurs diminuent).

Contexte de travail – Le stage se déroulera dans les locaux du laboratoire de Mécanique des Contacts et des Structures (LaMCos, INSA Lyon) sur le **site de plasturgie d'Oyonnax**. La personne recrutée sera également amenée à interagir avec plusieurs collaborateurs du laboratoire Sols, Solides, Structures, Risques (3SR Lab, CNRS, Univ. Grenoble Alpes), du Centre National de Recherche Météorologique (CNRM, Météo France, CNRS), de l'European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) et de l'Institut des Géosciences et Environnement (CNRS, Univ. Grenoble Alpes).

Profil recherché – Nous recherchons un(e) candidat(e) avec un profil de type science des matériaux, physique ou mécanique avec un goût prononcé pour les techniques d'imagerie et l'analyse d'images 2D et/ou 3D.