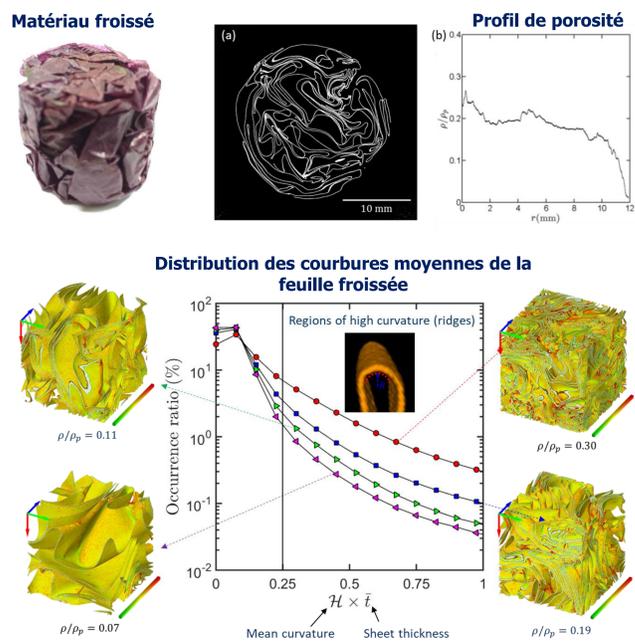


## Objectifs

- Développement de nouvelles géométries d'âmes biosourcées pour matériaux composites à structure sandwich.
- Modélisation et optimisation des procédés de mise en forme, des microstructures et des propriétés en service de matériaux architecturés.

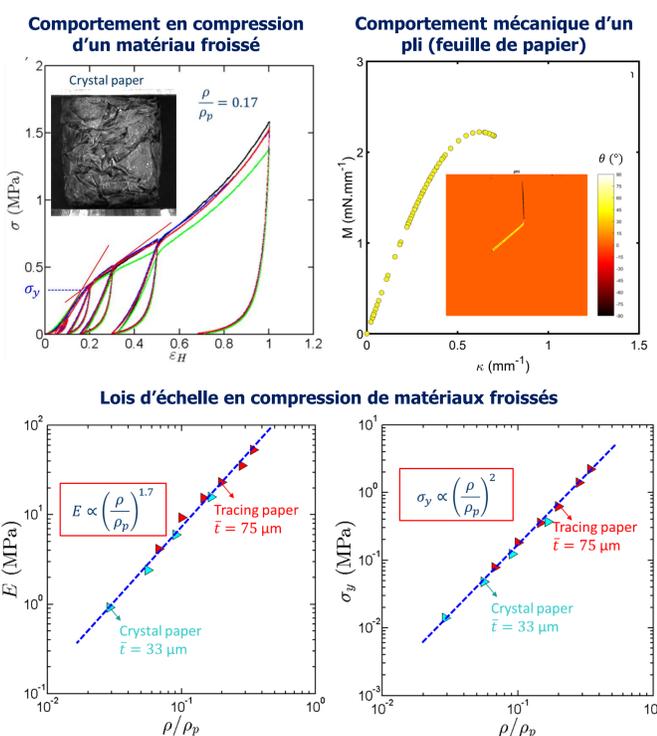
## Matériaux à architecture froissée et déployable

### Analyse quantitative des microstructures par microtomographie à rayons X



- Porosité, granulométrie 3D, courbures moyenne et gaussienne, fraction volumique de plis, plaques, zones ordonnées...

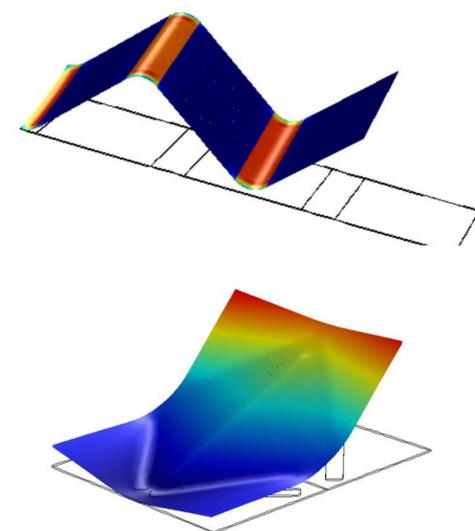
### Essais mécaniques multi-échelles



- Détermination de lois de comportement, lois d'échelle, absorption d'énergie.

### Modélisations numériques

Pliage d'une feuille de papier soumise à un chargement hygroscopique



- Mécanique des plis, structures auto-pliantes ou déployables sous chargement thermo-hygroscopique.

**Collaborations :** Centre technique du papier, LGP2, CNRM, ESRF

F. Martoia, L. Orgéas, P.J.J. Dumont, J-F. Bloch, F. Flin, J. Vigié, Crumpled papers: low-cost biobased cellular materials for structural applications, *Mater. Design*, (2017).

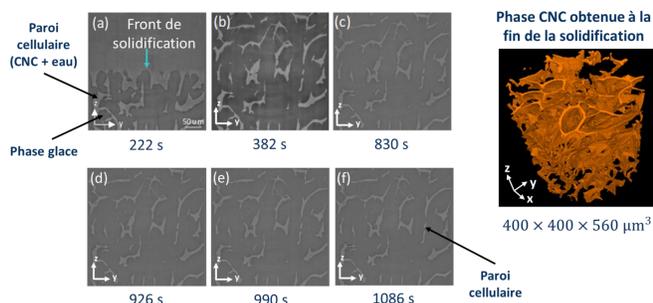
## Mousses à base de nanocelluloses préparées par cryodessiccation

### Observations 3D in situ et en temps réel du procédé de moussage par cryodessiccation

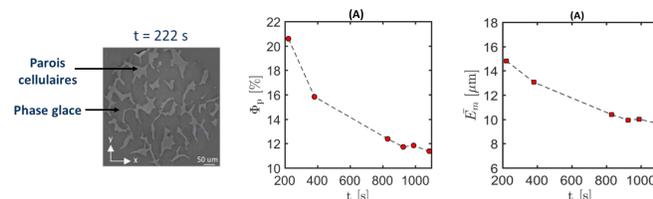
Dispositif de solidification monté sur le microtomographe de la ligne ID 19 de l'ESRF (Grenoble, France)



Essai de solidification in situ d'un gel aqueux de nanocristaux de cellulose (CNC) à une concentration massique de 8.8%



Evolution de la fraction volumique (A) et de l'épaisseur (B) des parois cellulaires à base de CNC au cours de la solidification



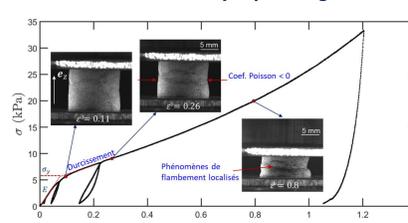
- Paramètres d'imagerie**
- Energie des photons X : 19 keV
  - Taille de voxel :  $0.553 \mu\text{m}^3$
  - Nombre de radiographies : 2000
  - Temps de scan < 1 s

- Visualisations 3D des phénomènes de migration et ségrégation des nanofibres au cours du temps.

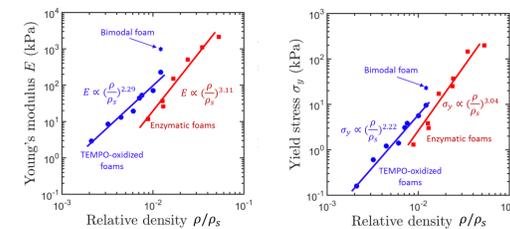
**Collaborations :** LGP2, CNRM, IGE, ESRF

### Essais mécaniques in situ couplés à des observations 3D obtenues par microtomographie à rayons X

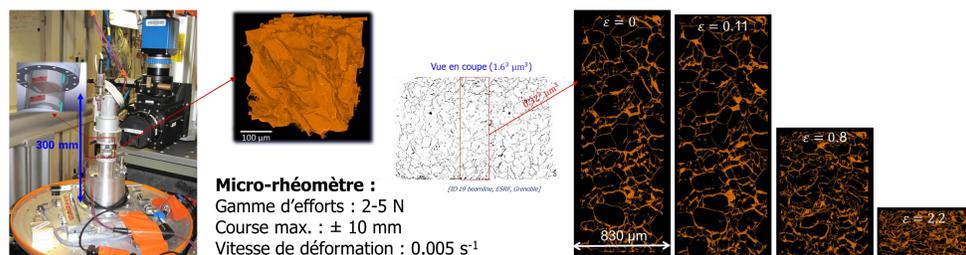
Comportement en compression d'une mousse de nanofibrilles de cellulose (CNF) de masse volumique  $\rho = 10 \text{ kg.m}^{-3}$ .



Lois d'échelle en compression de mousses de CNF



Essai de compression réalisé sur une mousse de CNF réalisé au moyen d'un micro-dispositif de compression monté sur le microtomographe de la ligne ID 19 de l'ESRF (Grenoble)



- Visualisations 3D de l'architecture cellulaire et identification de mécanismes de déformation, détermination de lois de comportement.

F. Martoia, T. Cochereau, P.J.J. Dumont, L. Orgéas, M.N. Belgacem, Cellulose nanofibril foams: Links between ice-templating conditions, microstructures and mechanical properties, *Mater. Design*, 104 (2016).