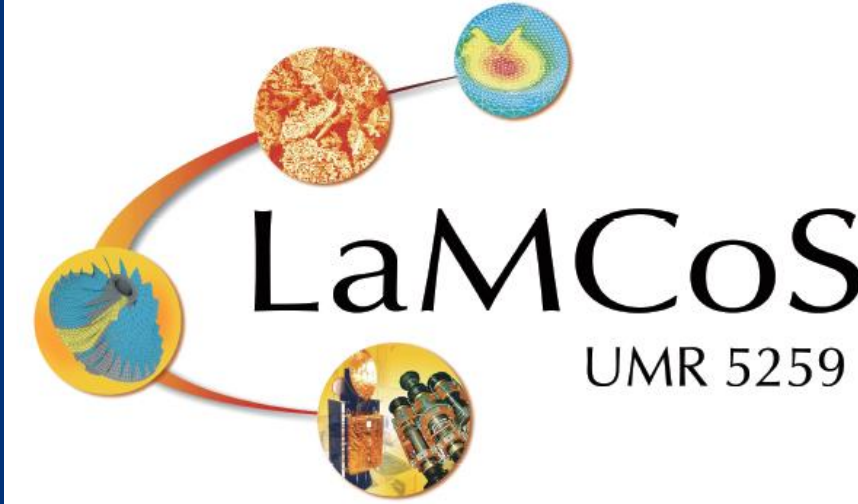


Mécanique des milieux fibreux secs et imprégnés

P.J.J. Dumont¹, F. Martoia¹, L. Orgéas², S. Rolland du Roscoat², B. Chareyre¹, G. Balarac³, B. Harthong², P. Laure⁴, P. Isaksson⁵

¹Univ. Lyon, INSA Lyon, CNRS, LaMCoS; ²Univ. Grenoble Alpes, Grenoble INP, CNRS, 3SR Lab., ³Univ. Grenoble Alpes, Grenoble INP, CNRS, LEGI, ⁴CEMEF, PSL, CNRS, MINES ParisTech, ⁵Ångström Laboratory, Univ. Uppsala, Sweden



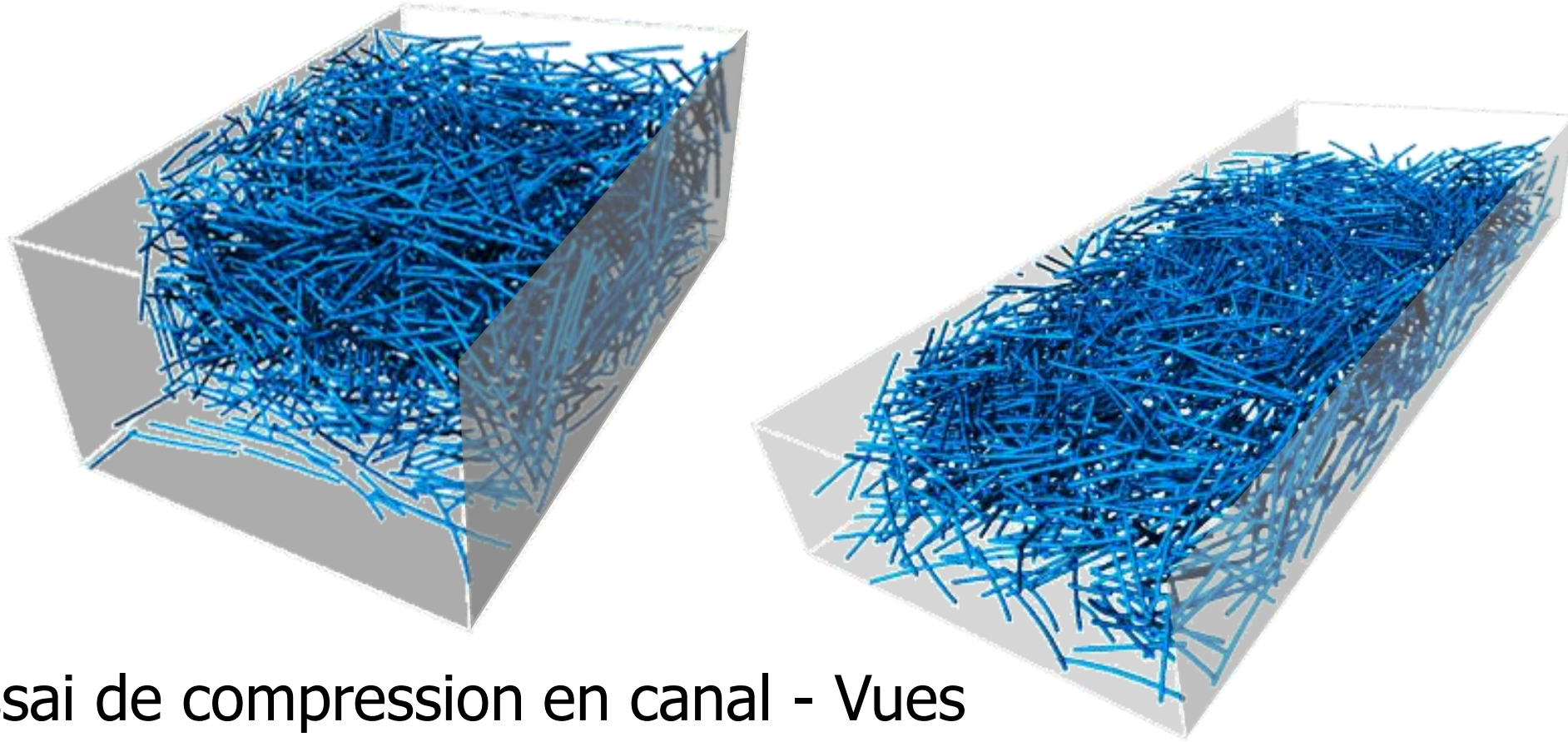
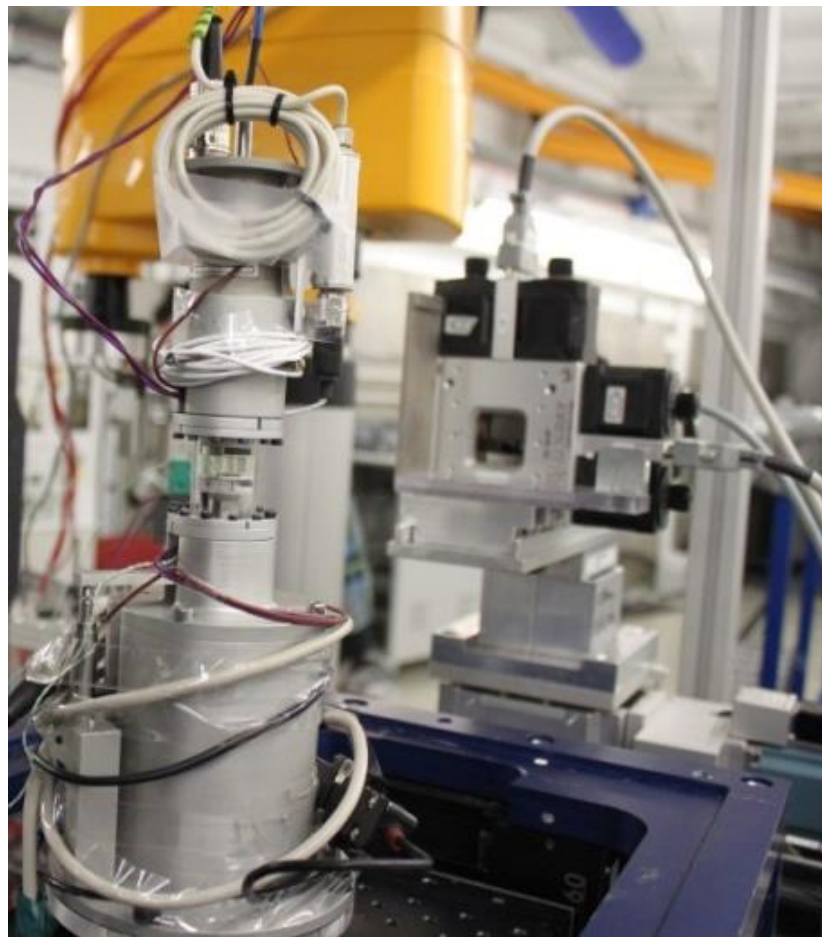
Objectifs – Démarche – Enjeux

- Caractérisation des phénomènes de structuration des milieux fibreux secs et imprégnés (suspensions fibreuses concentrées) dans les procédés de mise en forme des matériaux composites et biosourcés et de leur comportement thermo-hygroexpansif
- Modélisation des procédés de mise en forme et des microstructures
- Dispositifs d’essais micro-mécaniques avancés et modélisation par approches multi-échelles
- Enjeux : transport (réduction de l’impact environnemental : allègement, matériaux biosourcés), énergie

Rhéologie des suspensions de fibres concentrées nanométriques et micrométriques

Observations in situ et en temps réel des mécanismes de structuration sous écoulement

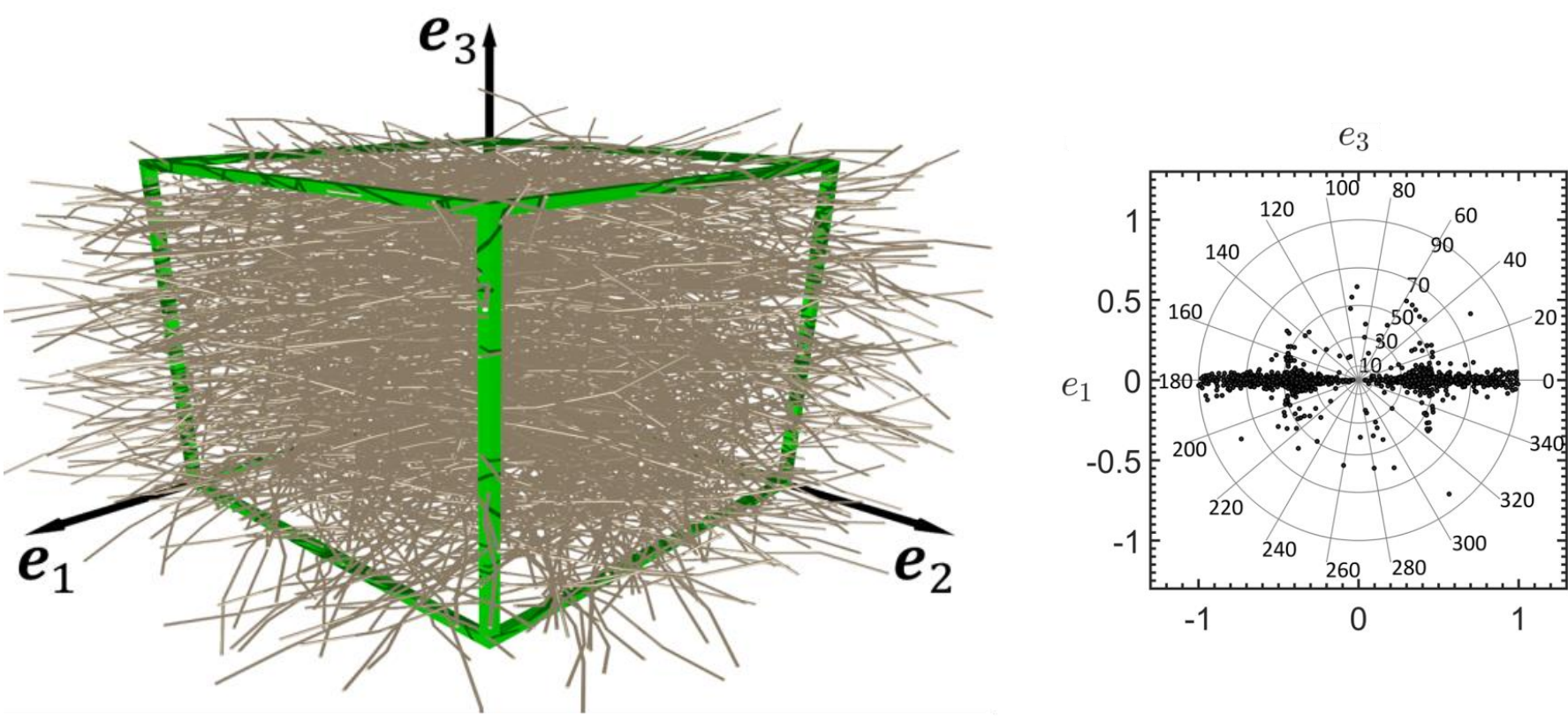
Micro-rhéomètre, Paul Scherrer Institut, Villigen, Suisse



Essai de compression en canal - Vues 3D de l’évolution de la structure d’une suspension concentrée de fibres de taille micrométrique

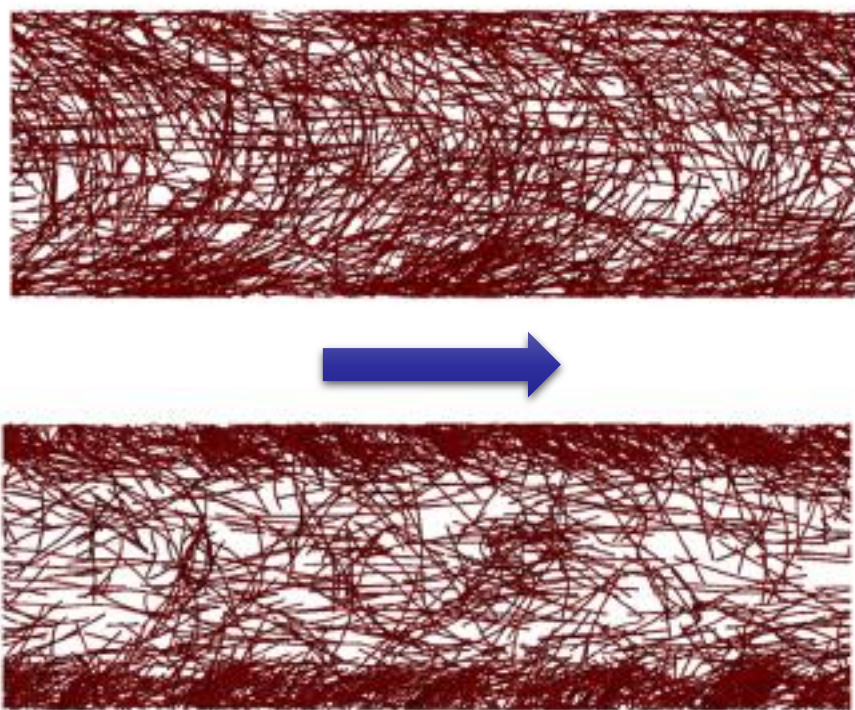
- Mesures de descripteurs microstructuraux, de champs cinématiques, forces d’interaction fibre-fibre, fibre-matrice...

Modélisations numériques



Représentation 3D d’un réseau enchevêtré de nanofibrilles de cellulose (NFC)

Formation de flocs lors au cours de l’écoulement d’une suspension de fibres déformables

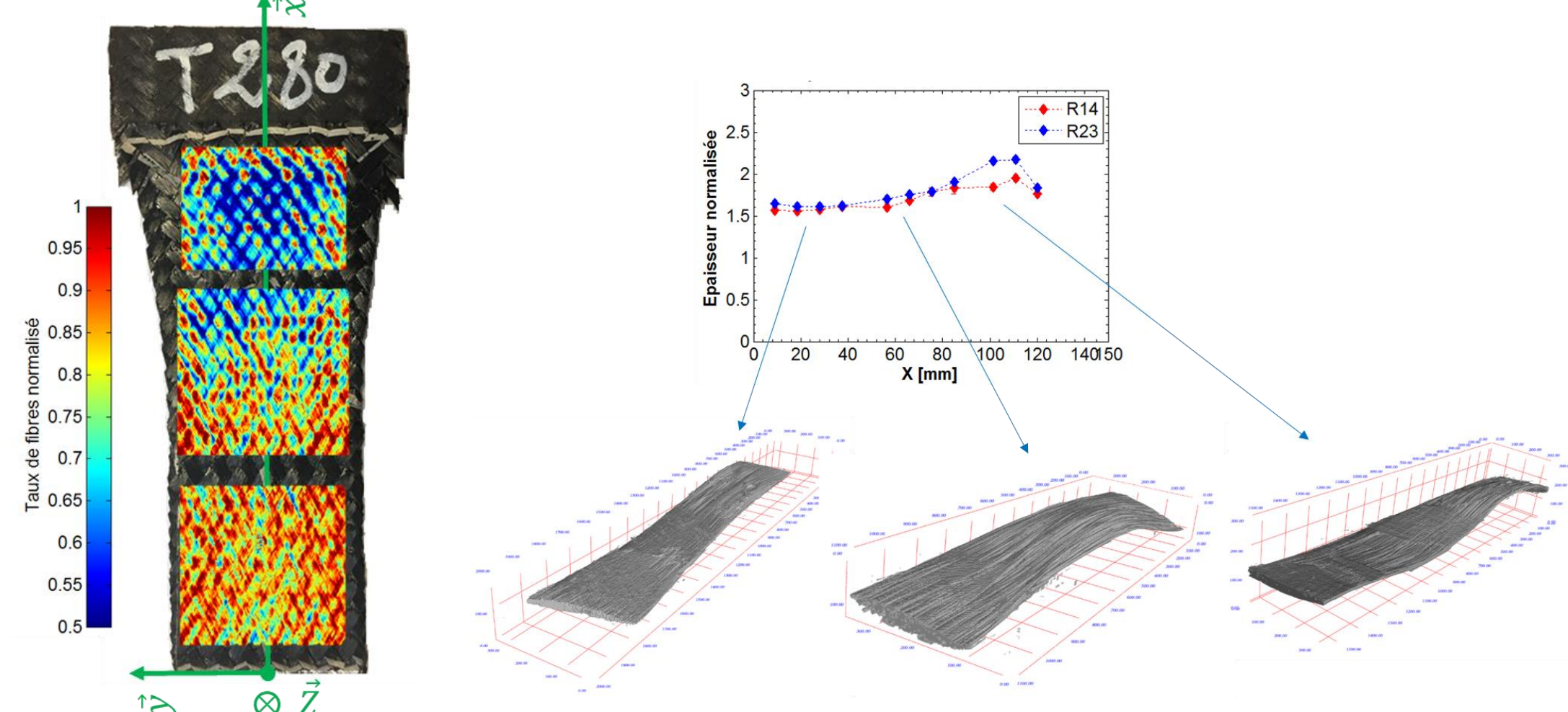


- Génération numérique et comportement mécanique de fibres individuelles, génération de microstructures fibreuses, essais d’écoulement numériques

F. Martoia et al., Micro-mechanics of electrostatically stabilized suspensions of cellulose nanofibrils under steady state shear flow, *Soft Matter* (2016) 12:1721-1735
T. Laurencin et al., 3D real-time and in situ characterisation of fibre kinematics in dilute non-Newtonian fibre suspensions during confined and lubricated compression flow, *Composites Science and Technology*, (2016) 134:258-266
D. Kunhappan et al., Numerical modeling of high aspect ratio flexible fibers in inertial flows, *Physics of Fluids* (2017) 29:093302
G. Molnár et al., Multiscale mechanical analysis of cellulose nanofibril suspensions, The 4th International Cellulose Conference, Fukuoka, Japan, October 2017

Comportement rhéologique de matériaux composites pré-imprégnés

Caractérisation de la déformation des renforts fibreux et des mèches de fibres



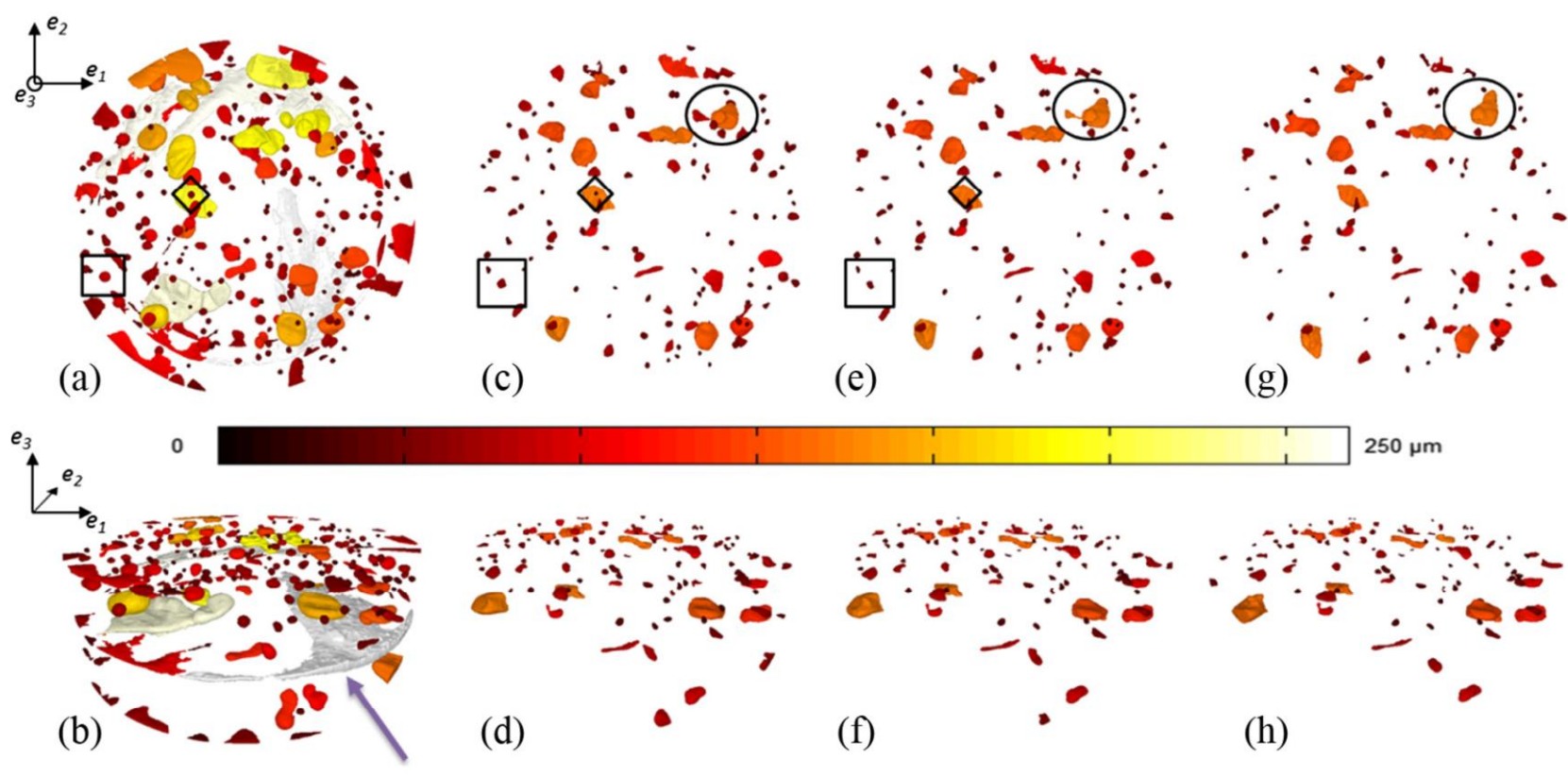
- Pré-imprégnés à matrice thermoplastique mis en forme par thermo-estampage : évolution microstructurale au cours d’un essai de « bias-extension »

Collaborations : 3SR Lab., ESRF, GeM, IRT Jules Verne, C2MA, Novitom, Paul Scherrer Institut, Plastic Omnium

Essais de compression couplés à des observations 3D in situ et en temps réel et modélisation

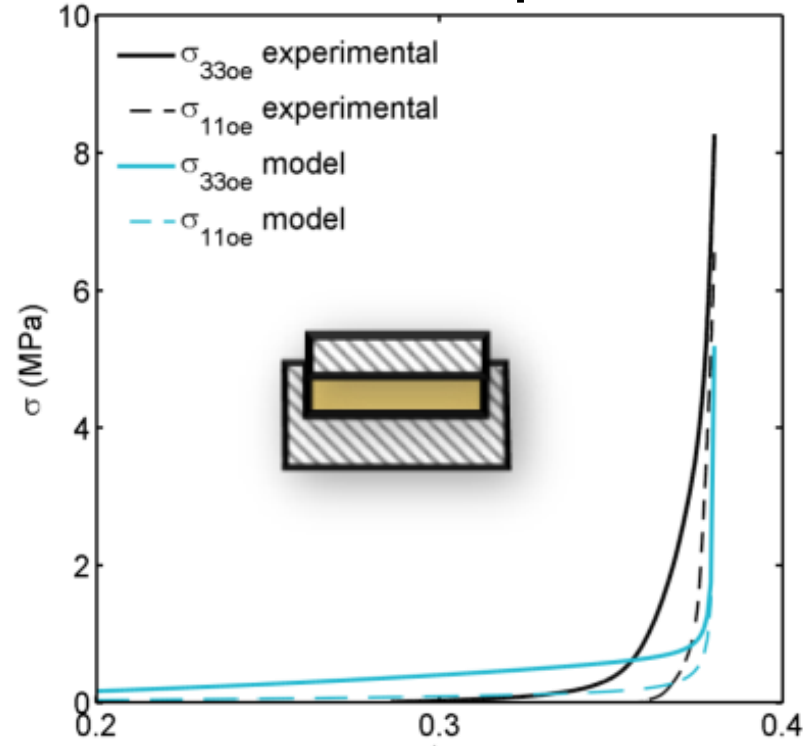


Presse Novitom 4,5 kN



- Evolution de la porosité d’un pré-imprégné Sheet Moulding Compounds (SMC) au cours de sa compression

Ex. d’un essai de compression œdométrique

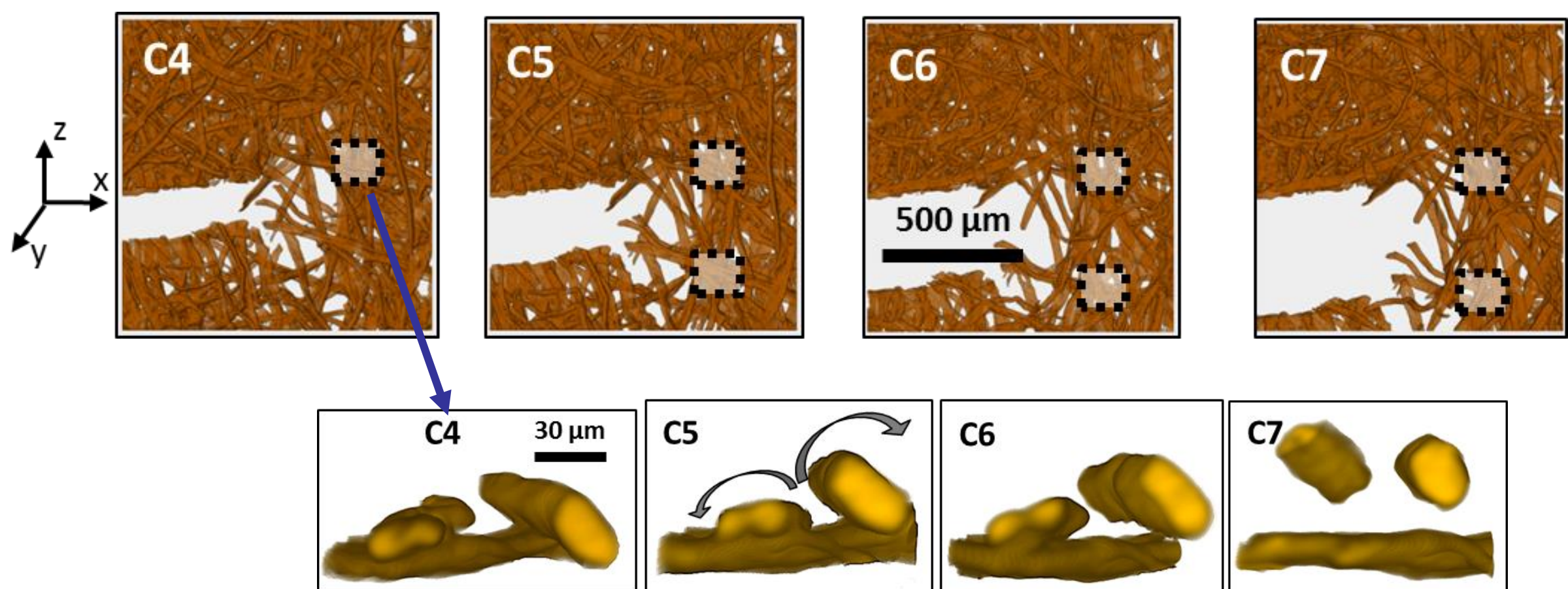


- Développement de modèles rhéologiques compressibles

A. Regazzi et al., Effectiveness of thermo-compression for manufacturing native starch bulk materials, *J. Mater. Sci.* (2016) 51:5146–5159
D. Ferré Sentis et al., 3D in situ observations of the compressibility and pore transport in Sheet Moulding Compounds during the early stages of compression moulding, *Composites Part A* (2017) 92:51–61
D. Ferré Sentis et al., Tensile behaviour of uncured sheet moulding compounds: Rheology and flow-induced microstructures, *Composites Part A* (2017) 101:459–470
P.J.J. Dumont et al., Mise en oeuvre des composites à fibres lignocellulosiques, in *Composites polymers et fibres lignocellulosiques*, ed. F. Berzin, Lavoisier, Paris (2017)
M. Gassoumi et al., Shear behavior of thermoformed woven-textile thermoplastic preregs: an analysis combining bias-extension test and X-ray microtomography, *Esaform conference*, Dublin, Ireland, April 2017

Comportement mécanique de réseaux de fibres biosourcés

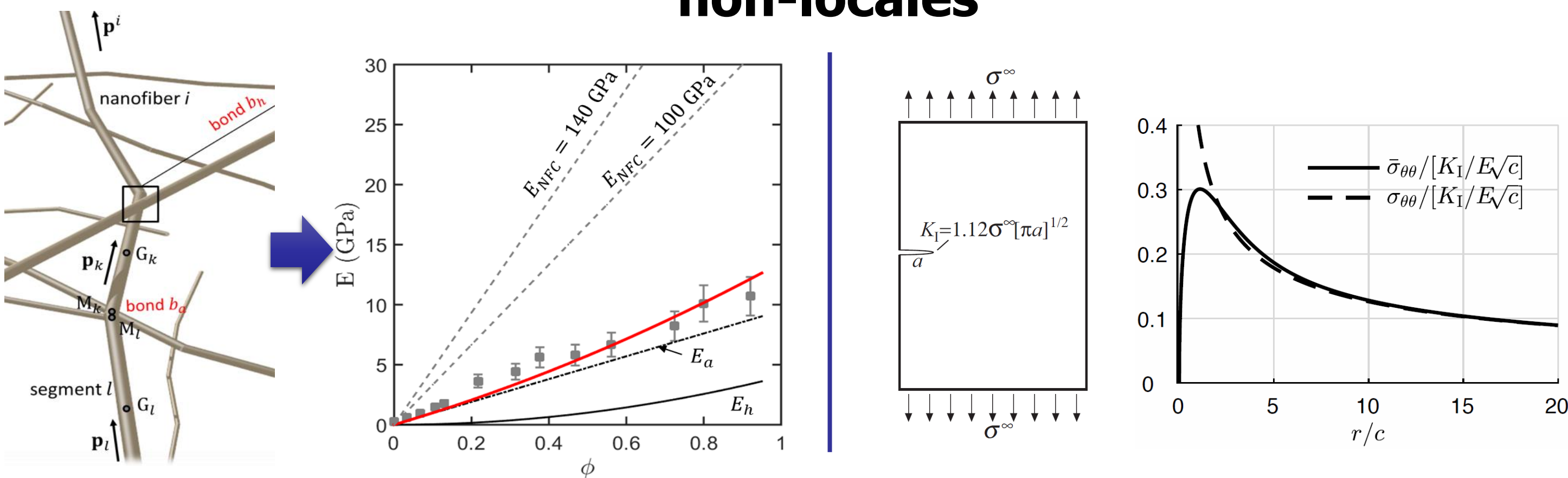
Observations 3D in situ et en temps réel des mécanismes de fissuration



- Visualisation 3D des phénomènes de rupture des liaisons fibre-fibre au cours des essais

Collaborations : 3SR Lab., Ångström Lab. (Univ. Uppsala), ESRF, Paul Scherrer Institut, Saint Gobain Recherche

Modélisation par approches discrètes ou continues non-locales



- Modélisation par approches discrètes ou continues non-locales des propriétés élastiques ou de la réponse à la fissuration

T. Joffre et al., A Method to Measure Moisture Induced Swelling Properties of a Single Wood Cell, *Exp. Mech.* (2016) 56:723–733
F. Martoia et al., On the origins of the elasticity of cellulose nanofiber nanocomposites and nanopapers: a micromechanical approach, *RSC Adv.* (2016) 6:47258
V. Krasnoshtyik et al., Influence of mass distribution in cellulosic fiber materials on the fracture behavior at different moisture conditions, submitted in *Int. J. Solids Struct.*, submitted



Contact : pierre.dumont@insa-lyon.fr
LaMCoS, Université de Lyon, CNRS, INSA-Lyon UMR5259
18-20 rue des Sciences
F69621 Villeurbanne Cedex