



École polytechnique
fédérale
de Lausanne

Science et Génie des Matériaux

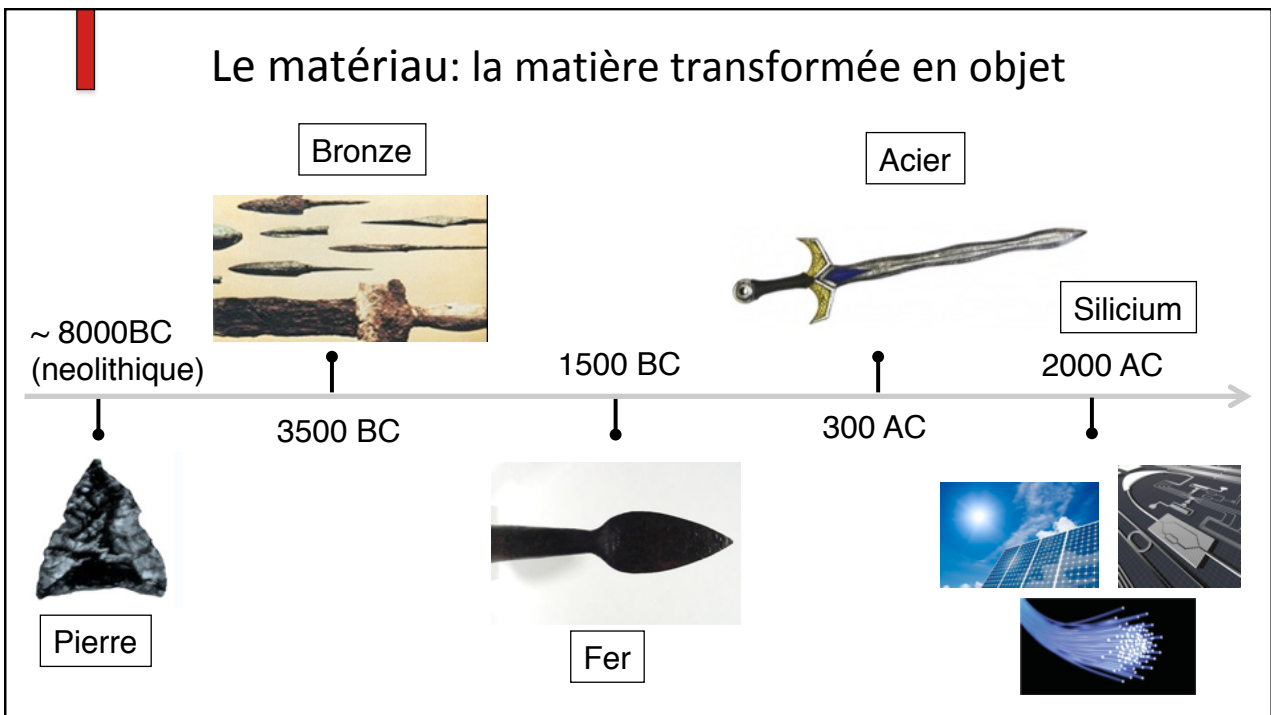
Thème: chimie et biologie

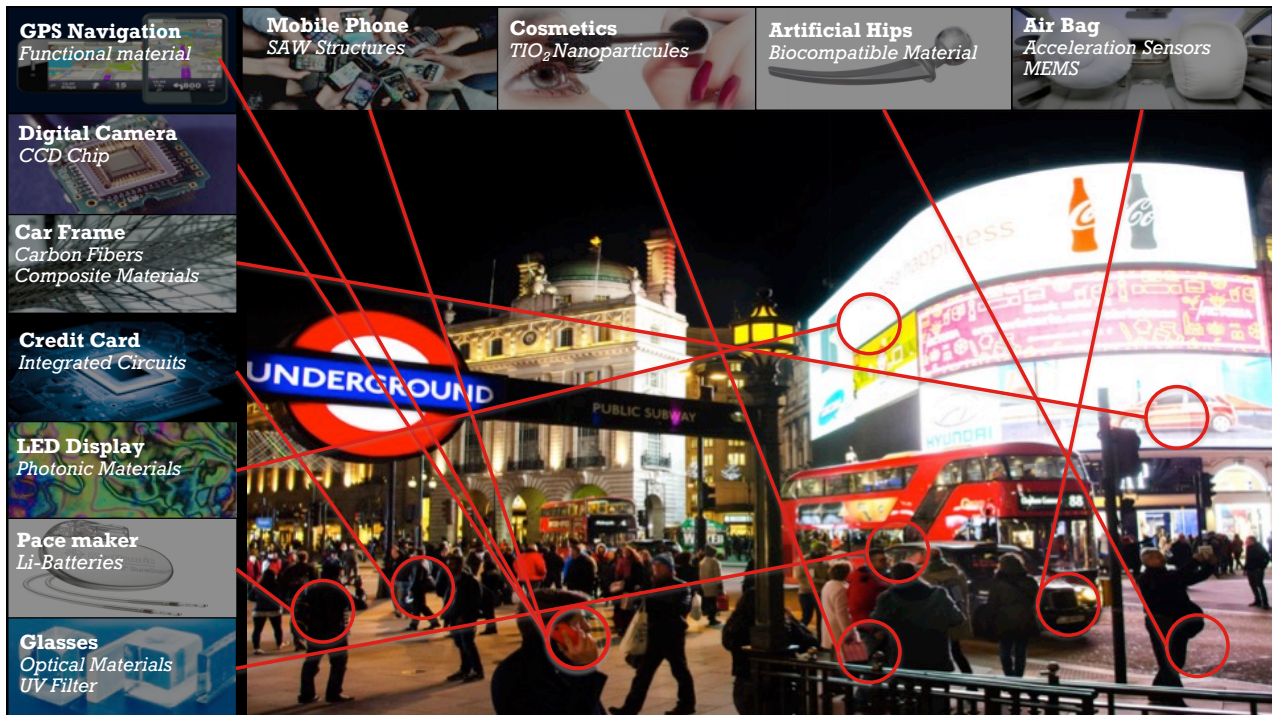
Rencontre 5 à 7

6 mai 2021

Service de promotion
de l'éducation

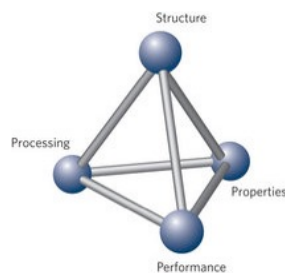






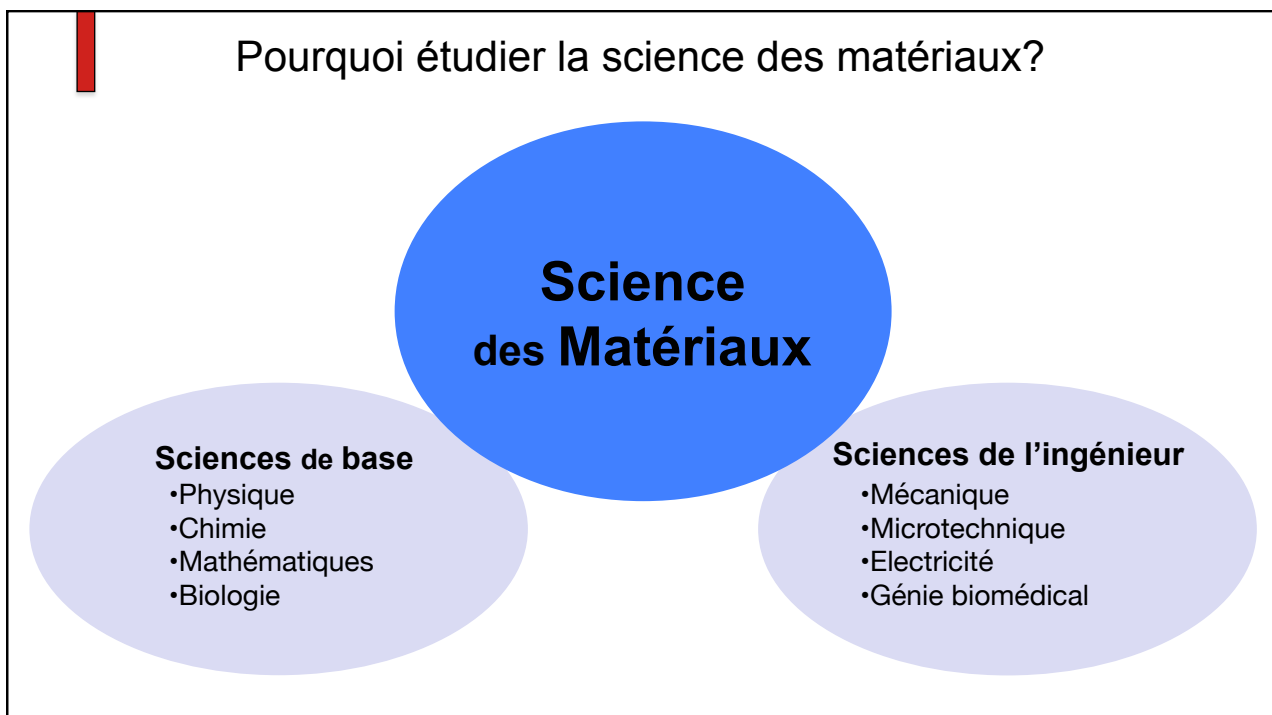
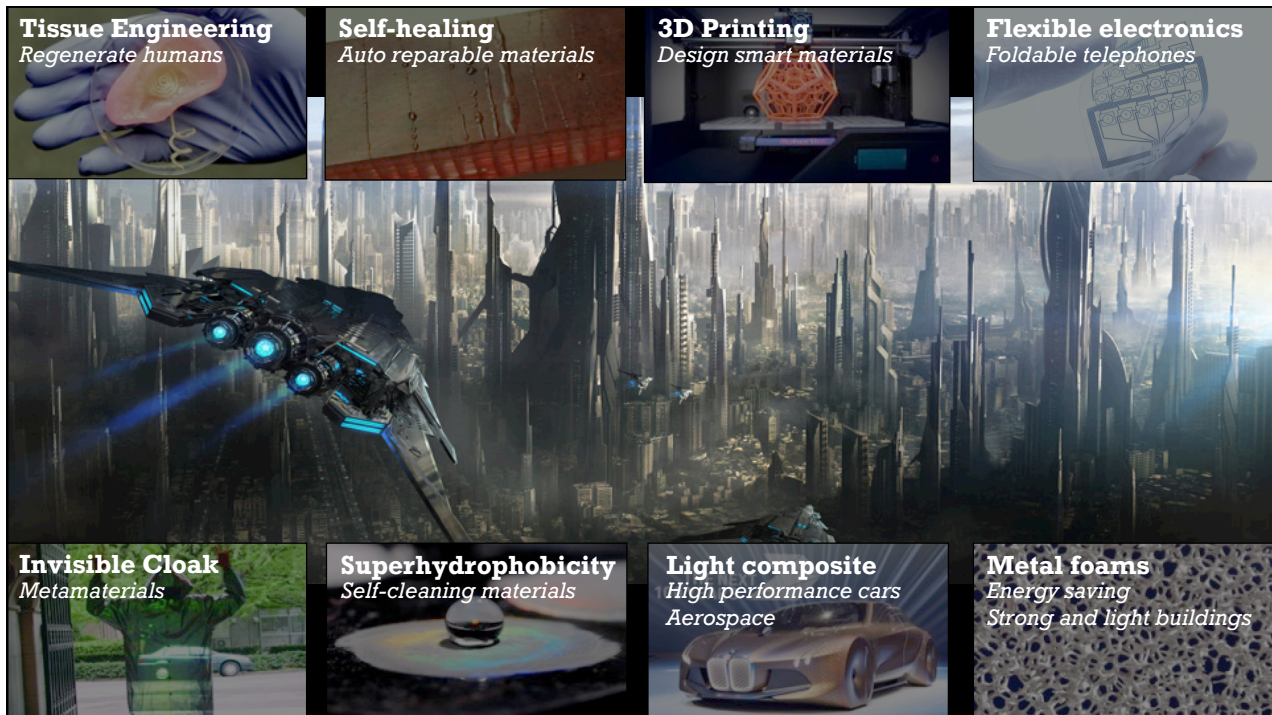
Révolutions technologiques

Elles émergent par la combinaison d'une fonctionnalité, d'un matériau, de son ingénierie et de sa mise en forme.



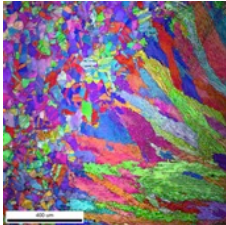
Une Définition:

Concevoir et élaborer un **matériau** depuis l'échelle **atomique** (composition, structure), en vue d'obtenir des **propriétés** spécifiques et des performances optimales par un procédé de **fabrication** économique, et respectueux de l'environnement



Que fait l'ingénieur en Science des Matériaux?

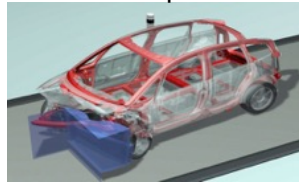
Microstructure



Caractérisation



Conception



Mise en oeuvre



Qualité



Où travaillent les Ingénieurs en Matériaux?



Matière
Spatial

Horlogerie
Sport

Transport
Electronique

Alimentaire
Médical

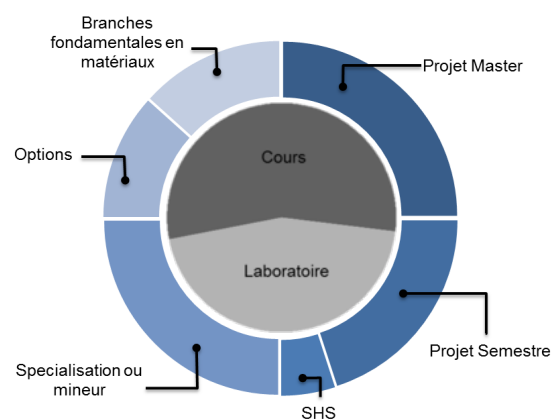
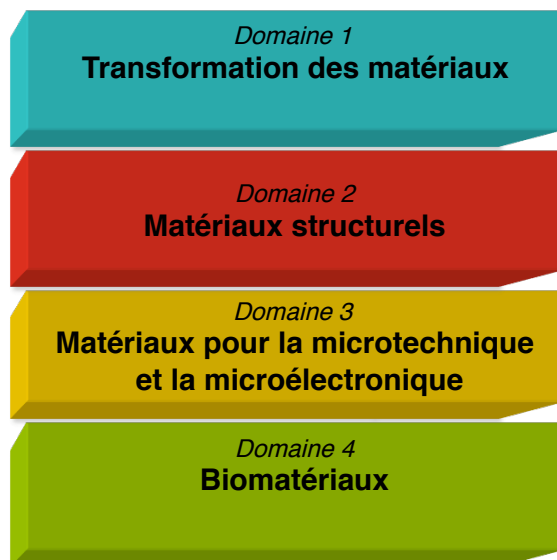
Consulting
Banques

Universités
Recherche

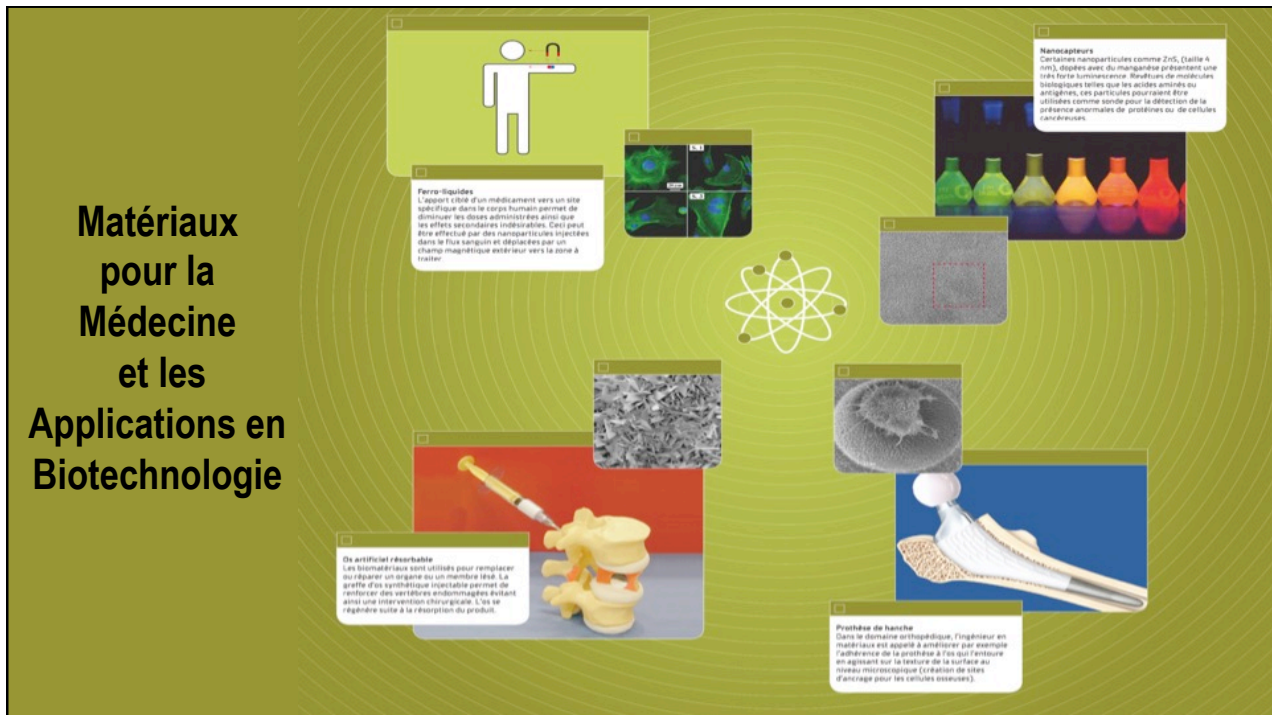
Plan d'études MX du Bachelor

1ère année	2ème année	3ème année
Sciences de base (60%) - Mathématiques - Physique - Chimie	Sciences de base (58%) - Mathématiques - Physique - Chimie	Biologie pour l'ingénieur Matériaux (84%) Introduction à la microscopie Surfaces and interfaces Analyse des surfaces Elabor. des céramiques et colloïdes Ceramics, structures and properties Corrosion et protection des métaux Déformation des matériaux Matériaux de construction Introduction to numerical modelling Theory of materials Propriétés fonct. des matériaux Composites polymères Modélisation et simulation Science des polymères Transformations de phase
Matériaux (10%) Intro. Science matériaux	Matériaux (35%) Cristallographie Métaux et alliages Rhéologie Résistance des matériaux Milieux continus Phénomènes de transfert	Projets (10%)
Ingénierie, Programmation (27%)		
Sci. humaines et sociales	Sci. humaines et sociales (6%)	Sci. humaines et sociales (6%)

Cycle Master Science et Génie des Matériaux: 4 domaines

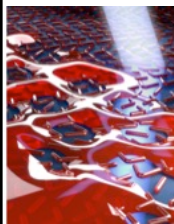


Matériaux pour la Médecine et les Applications en Biotechnologie



La Recherche à l'IMX: 20 laboratoires

Structural and Engineering Materials

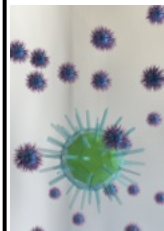


Self-assembly of nanostructured glass metasurfaces via templated fluid instabilities

Nature Nanotechnology
2019

F. Sorin

Soft Materials



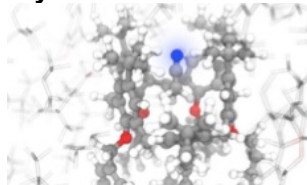
Broad-spectrum non-toxic antiviral nanoparticles with a virucidal inhibition mechanism

Nature Materials **2018**, 17, 195

F. Stellacci

Theory and Simulation

Chemical shifts in molecular solids by machine learning



Nature Communications **2018**, 9, 4501

M. Ceriotti

Nano-, Quantum and Topological Materials



Electronic in-plane symmetry breaking at field-tuned quantum criticality in CeRhIn₅

Nature **2017**, 548, 313

P. Moll

La Science des Matériaux à l'EPFL: Ranking

QS World Top Universities 2020 (Materials Science)

1	Massachusetts Institute of Technology	
2	Stanford University	
3	Nanyang Technological University	
4	University of Cambridge	
5	University of Oxford	
6	University of California Berkeley	
7	EPFL	
8	Harvard university	
9	Tsinghua University	
10	Georgia Institute of Technology	
11	Imperial College London	
12	Northwestern University	
13	National University Singapore	
14	ETHZ	
15	University of Illinois at Urbana-Champaign	

QS Europe Top Universities 2020 (Materials Science)

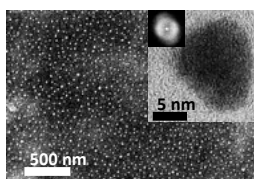
1	University of Cambridge	
2	University of Oxford	
3	EPFL	
4	Imperial College London	
5	ETHZ	
6	Delft University of Technology	
7	RWTH Aachen University	
8	KTH Royal Institute of Technology	
9	The University of Manchester	
10	TUM Technical University of Munich	
11	KIT Karlsruhe Institute of Technology	
12	KU Leuven	
13	Chalmers University of Technology	
14	Politecnico di Milano	
15	Politecnico di Torino	



Soft Materials Laboratory Prof. Esther Amstad



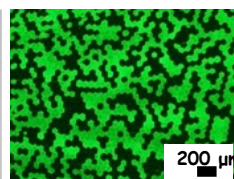
Droplet-base
microfluidics



Amorphous
particles



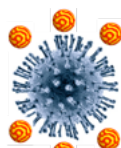
Capsules
with
thin shells



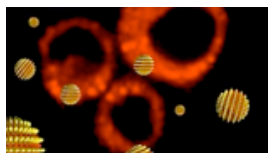
Patterned functional
materials



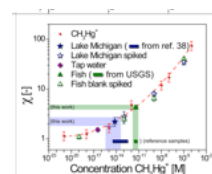
Laboratory of Supramolecular Materials and Interfaces Prof. Francesco Stellacci



Nanoparticles Virus
Interactions



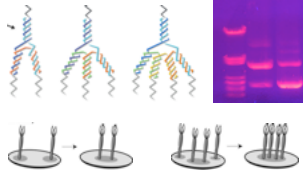
Nanoparticles interactions with cell
membranes



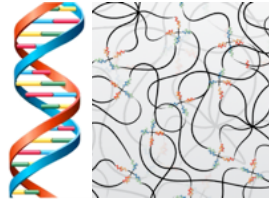
Sensors for ions and small
molecules in complex media



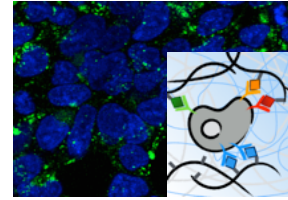
Programmable Biomaterials Laboratory Prof. Maartje Bastings



Programmable self-assembly of multivalent nanoparticles



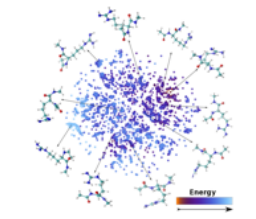
Fine-tuning of material properties through DNA sequence design



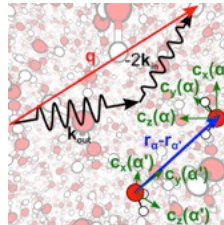
Guiding ECM self-assembly via a molecular building manual



Laboratory of Computational Science and Modelling Prof. Michele Ceriotti

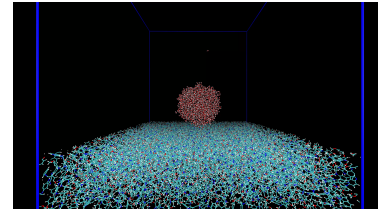


Rationalizing Hydrogen-Bonded Materials with Machine Learning



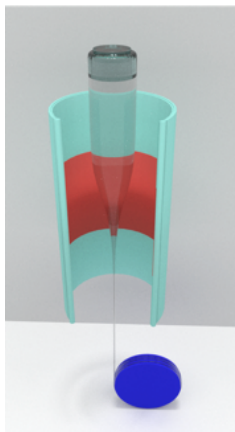
Quantum Simulations of Equilibrium and Dynamical Processes

Interaction des molécules d'eau (rouge-blanc) avec du plastique (bleu)

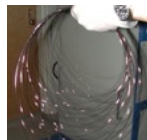


<http://nccr-marvel.ch/>

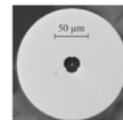
Le fibrage à chaud: viscosity, tension de surface, rhéologie, cristallographie....



Thermal Drawing Process



Step index fibers



Langmuir 27, 5680 2011

- **Dynamiques des Fluides et instabilités:** structures et dimensions
- **Micro-structures:** performance
- **Rhéologie:** nouveaux matériaux et nouvelles applications

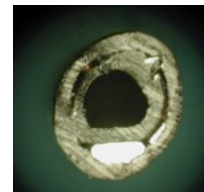
Peut-on fibrer un métal à l'état liquide ?

Preform



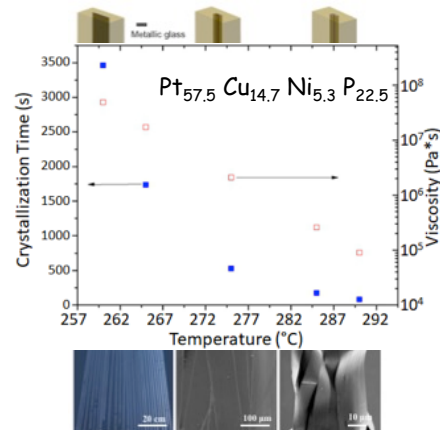
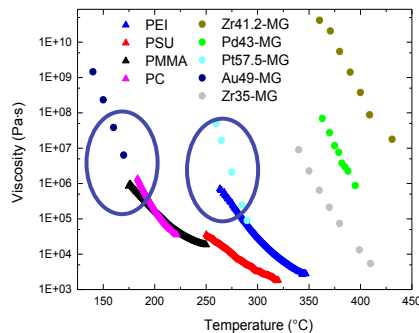
THERMAL
DRAWING

Fiber



Exemple: Fibrage à chaud de verres métalliques

- Les verres métalliques peuvent être déformés comme des polymères (thermoplastiques).
- Pour cela, une combinaison fine entre rhéologie, tension de surface, cinétique de cristallisation et déformation plastique est nécessaire.



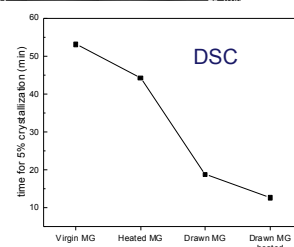
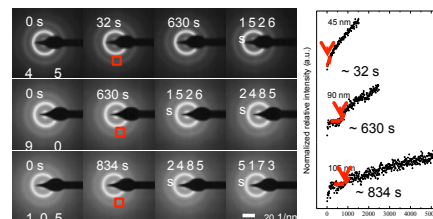
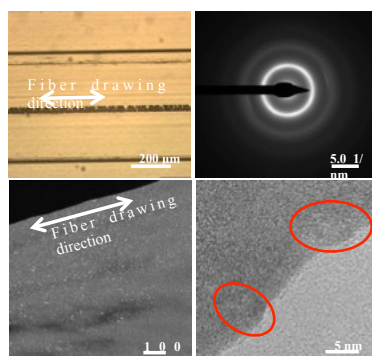
Collaboration with Prof. Loeffler (ETH Zurich)

W. Yan, I. Richard et. al. *Nature Nanotechnology*, 15, 875 (2020)

17

Exemple: Fibrage à chaud de verres métalliques

- Un modèle de dynamique des fluides prévoit des dimensions de 20 nm. Mais une rupture mécanique est observée en dessous de 50 nm environ.
- Une étude in-situ au TEM et à la DSC révèle la présence de petits cristaux qui perturbent le flow et créent une contrainte importante responsable de la rupture.



Collaboration with Prof. Tillei (EPFL)

W. Yan, I. Richard et. al. *Nature Nanotechnology*, 15, 875 (2020)

