

Matière et Systèmes Complexes UMR 7057 Paris Diderot et CNRS

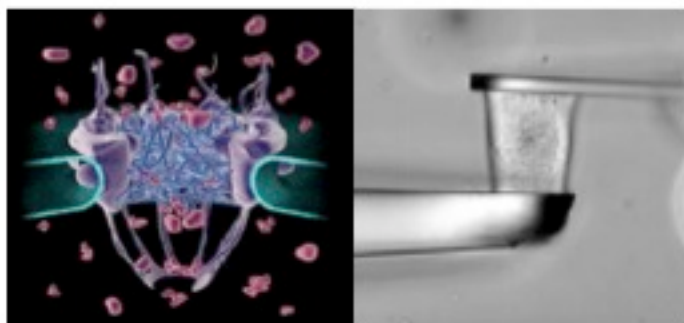


Laurent Limat, Florence Gazeau
(remplaçant Loïc Auvray, depuis janvier 2016)
ldlimat@gmail.com



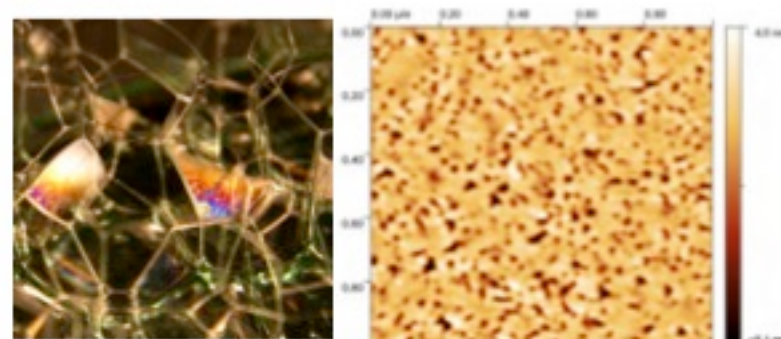
- Echelles intermédiaires: des molécules au vivant, des bulles aux dunes de Titan...
- Matière Molle, Biophysique, Physique Non-linéaire et Physique Statistique:
du global au local, émergence de propriétés collectives, Instabilités,
phénomènes d'auto-organisation....
- Pluridisciplinaire: physique et biologie, physique et chimie,
mécanique, hydrodynamique, rhéologie...

70 chercheurs et Ens-Chercheurs, 14 soutien à la Recherche,
70 postdocs et étudiants en thèse



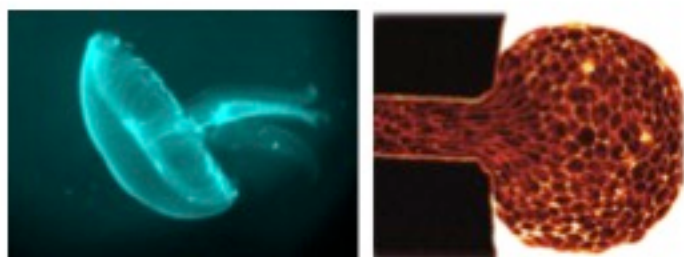
Mécanismes du Vivant

[Atef Asnacios](#), [Loic Auvray](#), J-M. di Meglio,
Sylvie Hénon, François Gallet, Pascal Hersen....



Matière Molle

[Alain Ponton](#), [Sandra Lerouge](#), Florence Elias,
Cyprien Gay, Ahmed Mourchid, Imane Boucenna....



Morphogenèse, Biofluidique et Bio-Ingénierie

[Vincent Fleury](#), [Florence Gazeau](#), Annemiek Cornelissen,
François Graner, Claire Wilhelm, Marc Durand...



Systèmes Complexes, Hors Equilibre

[Eric Falcon](#), [Laurent Limat](#), Sylvain Courrech, A. Daerr,
Yves Couder, Stephane Douady, Michael Berhanu....



Modélisation, Théorie

[Jean-Baptiste Fournier](#),
Frédéric van Wijland,
Julien Tailleur,

Activités intéressant SPC : journée du 22 mars

A-1) **Molécules**: détection de **très faibles traces** dans l'environnement, **Gaëlle Charron**, av **Marc Benedetti (IPGP)** - Design et Utilisation de **nanoparticules** en biophysique et en géophysique: **Florence Gazeau**, **Claire Wilhelm**, **JF Berret**, av.. **MPQ, Institut Jacques Monod, IPGP....**

A-2) **Matériaux innovants**: **Mousses** (**Florence Elias**, **Valentin Leroy**, **Cyprien Gay...**), **Milieus activables** (**Alain Ponton**, **Ahmed Mourchid**, **Imane Boucenna**, **Eric Buhler**), **Milieus à changement de phase** pour l'**Energie** (**Laurent Royon**), av. **LSPM, Univ Paris 13, Valeo...**

A-3) Ecoulements complexes, non-newtoniens: **turbulence polymérique** (**Sandra Lerouge**), **Impacts et enduisage** (**L Limat**, **L Lebon**), **Rhéologies** non standart (**Alain Ponton**, **Imane Boucenna**), av. **LSPM, Univ Paris 13, Saint-Gobain Recherches....**

A-4) Maîtrise des **surfaces** (**mouillage**, **super-hydrophobie** , **propriétés anti-icing**) : **L Limat**, **P. Brunet**, **L. Royon**, **M. Roché**, **A. Daerr**, **J. Dervaux**, Collab. **Claire Mangeney (ITODYS)**, **LSPM (Villetaneuse)**, **Airbus (Toulouse)**, **Modélisation des interfaces** (projet MMEMI, av. **ITODYS et LSPM**).

Utilisation de plateformes SPC, liens avec Labex et programmes SPC:

- A1 : **microscope électronique « in vivo »** (**Christian Ricolleau**, **MPQ, Condorcet**)
- A2 et A3 : **plateforme « Thermospe »** de diagnostic Rhéologie/Spectroscopie (**MSC**, **Condorcet**, **A. Ponton**), **voir exposé de Alain Ponton cet après-midi.**
- A4 : **plateforme de diagnostic de surface par Rayons X** (**C. Mangeney**, **ITODYS**)
- A1, A2 et A4 : soutiens du **Labex SEAM**
- A4: **programme SPC des Energies de demain** (**H. Peerhossaini**), **collecte d'eau de rosée** (**L. Royon**)

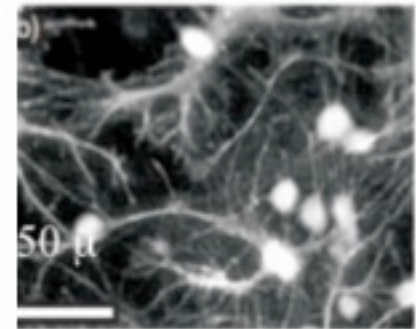
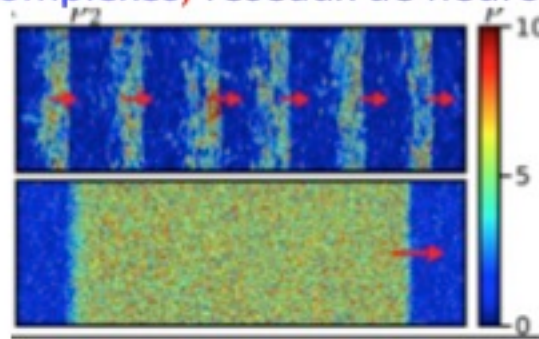
Contributions de MSC aux deux autres journées:

B) Morphogenèse en **géophysique, mathématiques, modélisation**: milieux **granulaires**, dunes, vagues, érosion , Sylvain Courrech du Pont, Michael Berhanu, Eric Falcon

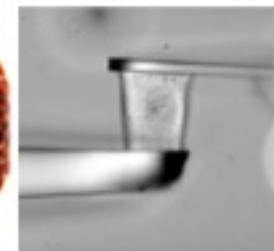
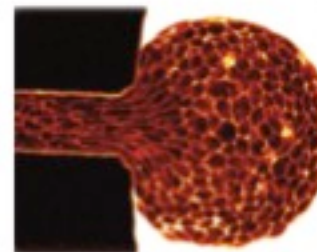
voir: **exposé du 22 mars de Sylvain Courrech du Pont.**
Une journée MSC/IPGP est prévue le 11 avril.



Egalement: **Modélisation des systèmes Complexes**, réseaux de neurones, mouvements collectifs, J. Tailleur, S. Bottani, P. Monceau F. Van Wijland
cf **exposé de L. Limat aux réunions « big data ».**



C) **Biophysique, biomédical**: **Equipes Dynamique du Vivant et Biofluidique**,
voir **exposé de Florence Gazeau, le 23 mars.**

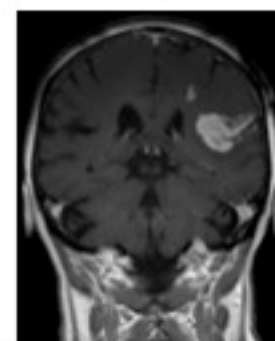
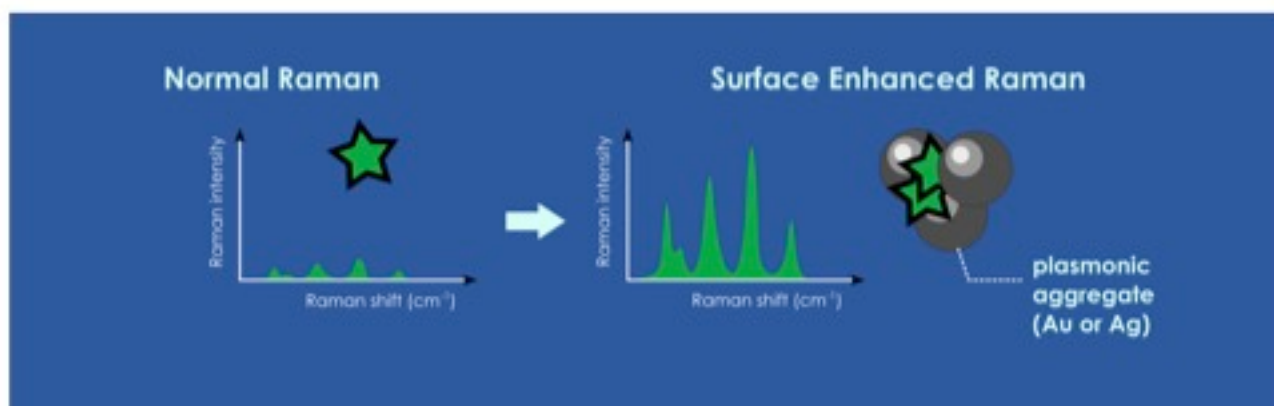


A1 – Molécules: Utilisation de nanoparticules pour la détection

Gaëlle Charron (MSC), av Marc Benedetti (IPGP), Florence Gazeau (MSC)

Geophysique: le SERS (Diff Raman exhalté par effet de surface)

BioMédecine: Marquage isotopique de Fe

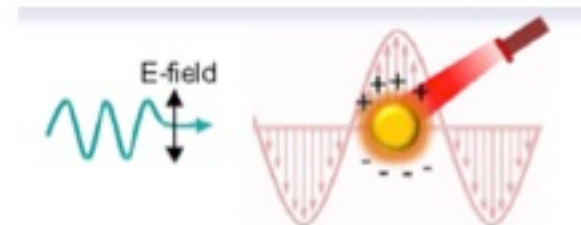
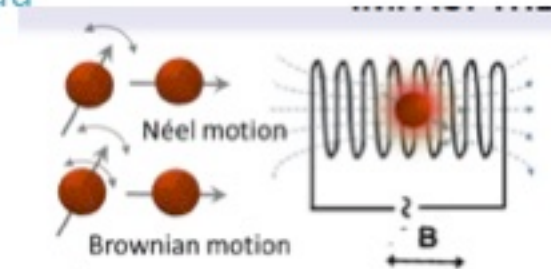
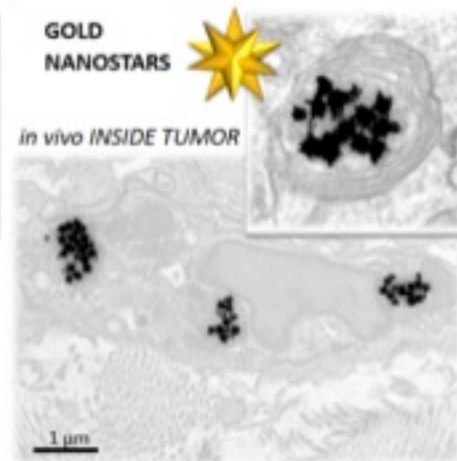
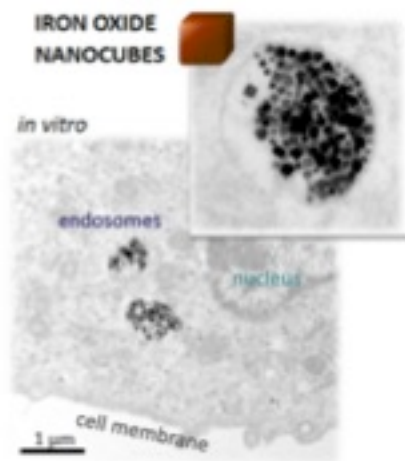


Plus de détails et autres techniques: Exposé de [Marc Benedetti](#), ce matin
et celui de [Florence Gazeau](#), ce mercredi)

Autres Recherches sur les Nanoparticules:

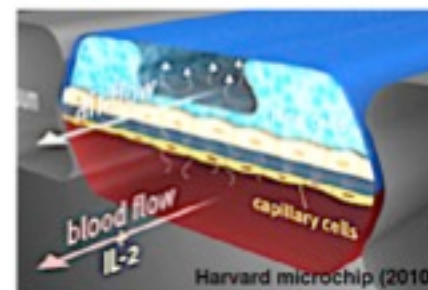
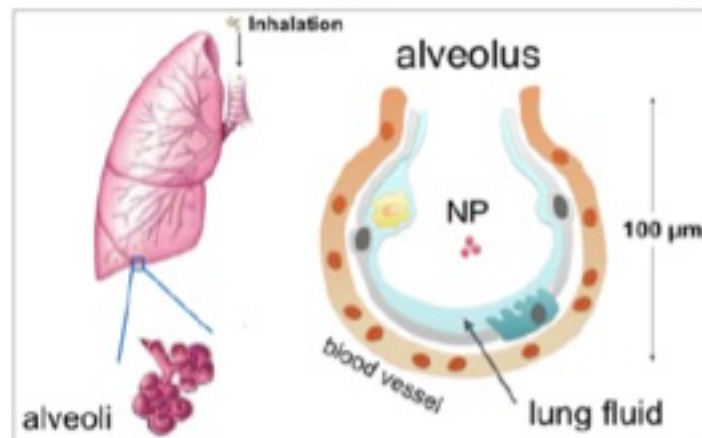
-Utilisation comme agent de contraste, en hyperthermie, en magnétothermie...

C. Wilhelm, N. Luciani, A. Espinosa, A. Brun, F. Gazeau



-Toxicité « in vivo », processus de dégradation et d'élimination...

J. F. Berret



Analogue microfluidique des bronches

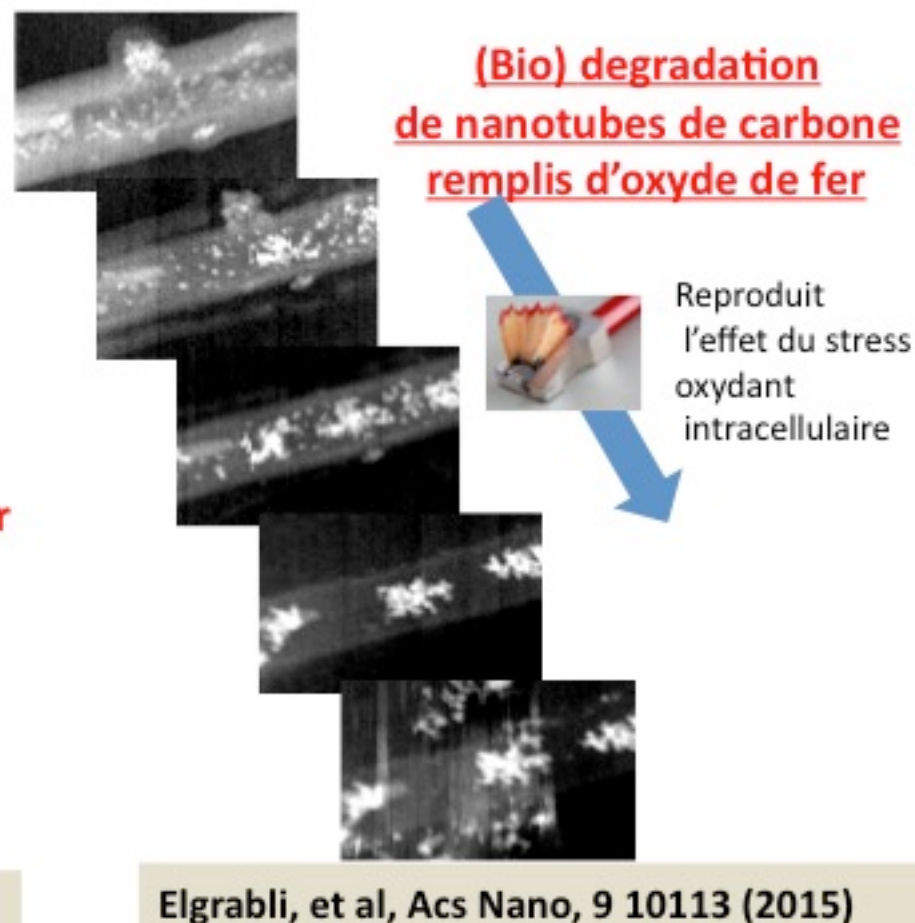
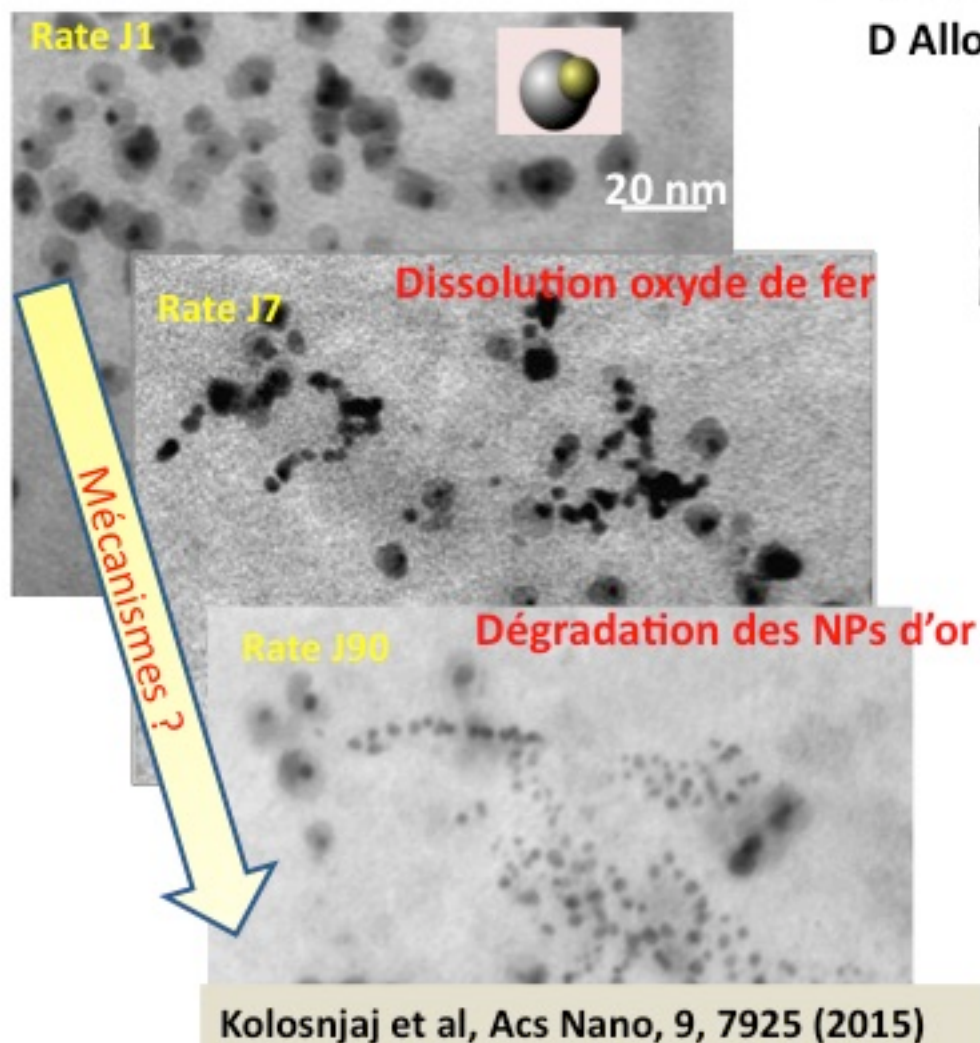
DEVENIR et CYCLE DE VIE de NANOPARTICULES DANS L'ORGANISME

De l'application médicale (imagerie, hyperthermie, délivrance de drogue)
... à la dégradation dans l'organisme

Devenir à long terme chez la souris

F Gazeau (MSC)
D Alloyeau (MPQ)

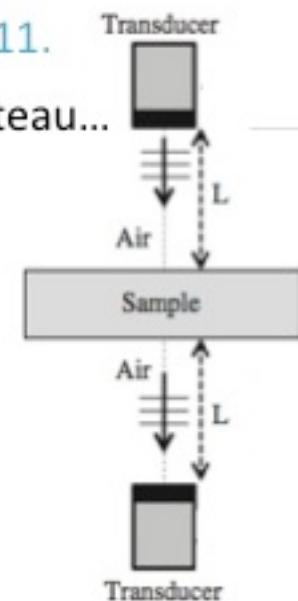
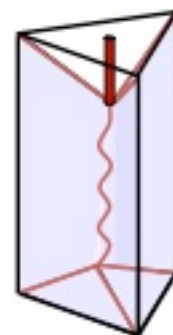
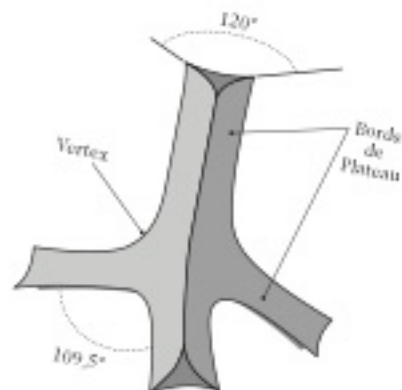
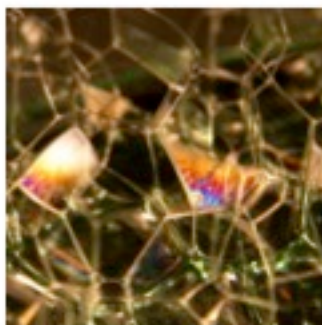
Microscopie électronique
in situ en milieu liquide



A2 – Matériaux nouveaux, innovants: l'exemple des mousses

F. Elias, V. Leroy, C. Derec, J. Pierre, C. Derec, C. Gay, av P6, Rennes et P11.

Acoustique: vibration complexe à 3 phases, air, lamelles, bords de Plateau...



20 Hz

47 Hz

112 Hz

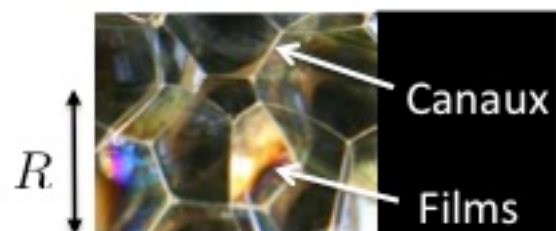
173 Hz

267 Hz

411 Hz

632 Hz

Découverte récente:



$$v = \sqrt{\frac{1}{\chi \rho}}$$

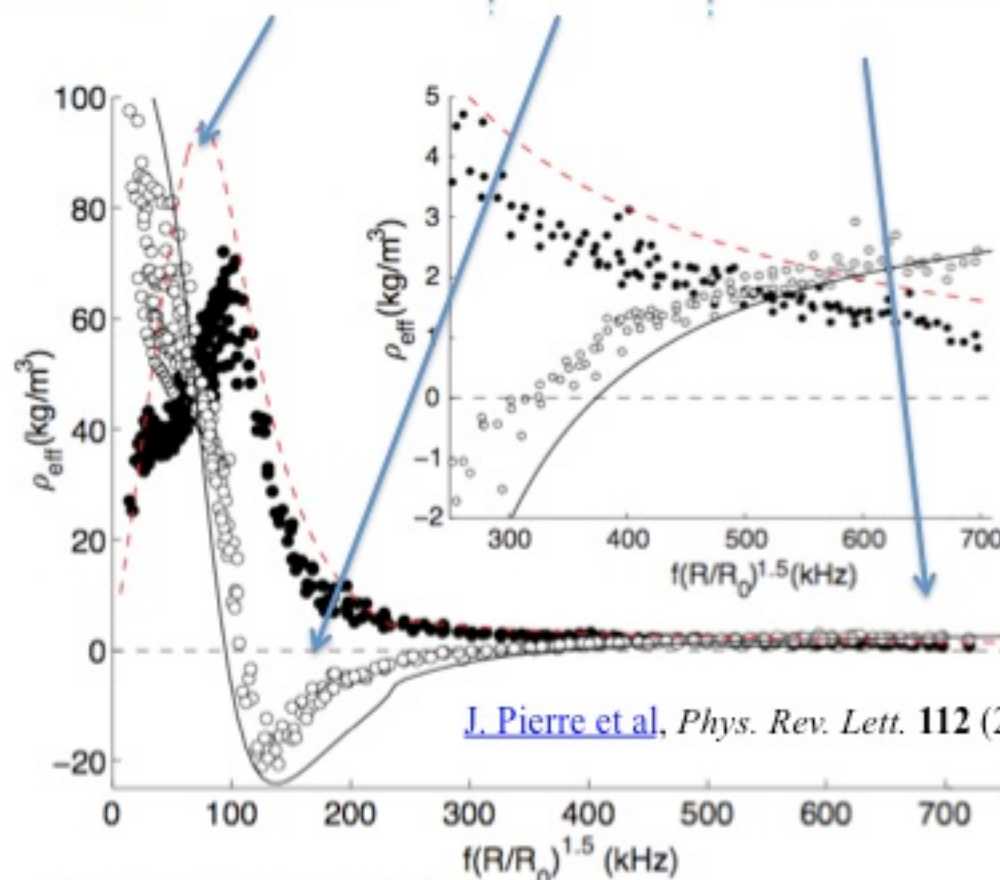
3 régimes :

$$f \times R^{3/2}$$

Tout le liquide vibre

Résonance

Seuls les films de savon vibrent



[J. Pierre et al](#), *Phys. Rev. Lett.* **112** (2014)

Ecran sonore parfait !

Etape future: conserver la structure en solide...

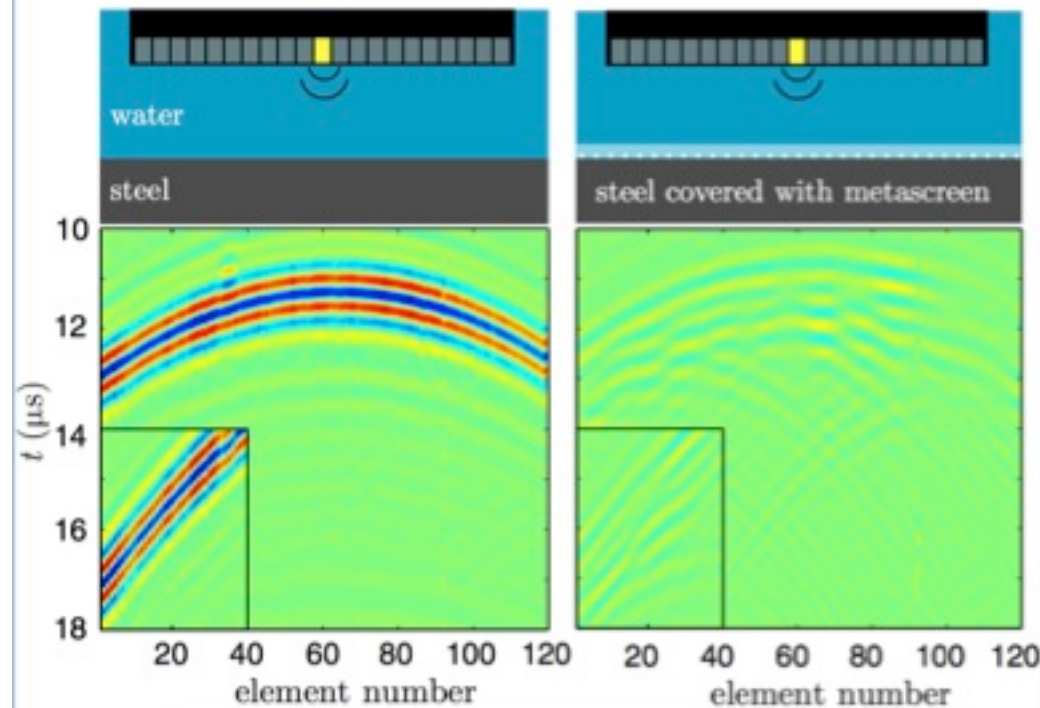
Collabs Chimie recherchées!

A plus long terme: (1) « méta-matériaux »

(2) prise en compte réorganisation des bulles (Marc Durand)

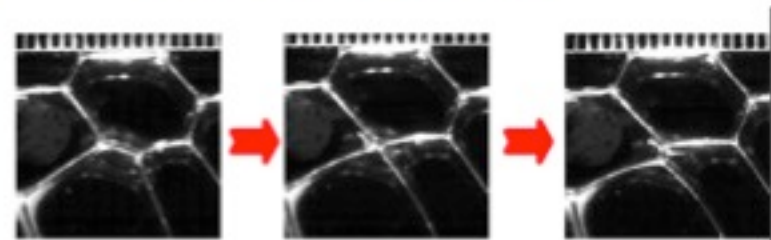
META-ECRANS DE BULLES

Un élastomère garni de petites cavités judicieusement placées devient un super-absorbeur. Il peut rendre « invisible » un réflecteur parfait, comme une plaque de métal.



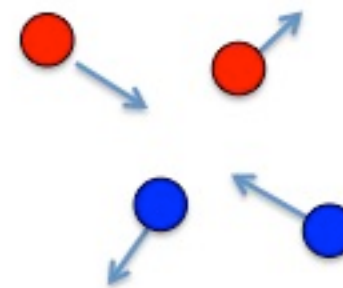
V. Leroy et al. *Phys. Rev. B* **91** (2015)

Application: furtivité des sous-marins

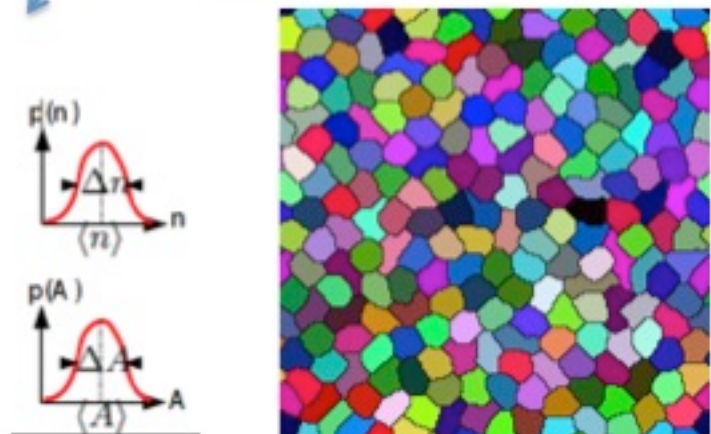


Processus T1

Analogie à un choc !

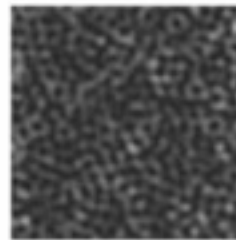


Vers une phy-stat
À la Maxwell....

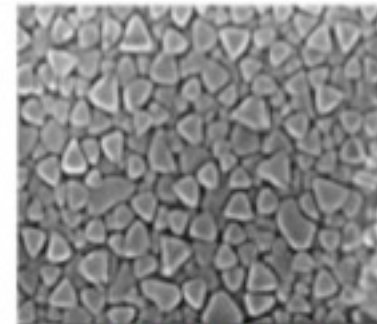


Matériaux Innovants

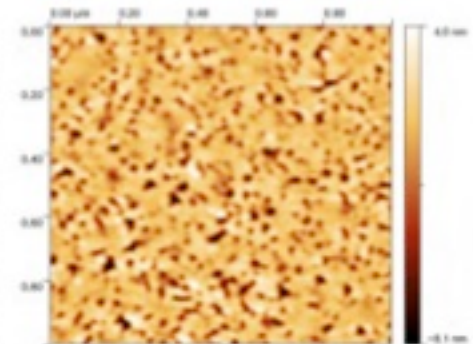
- Composites polymères/nano-particules
- Verres colloïdaux



B. Abou



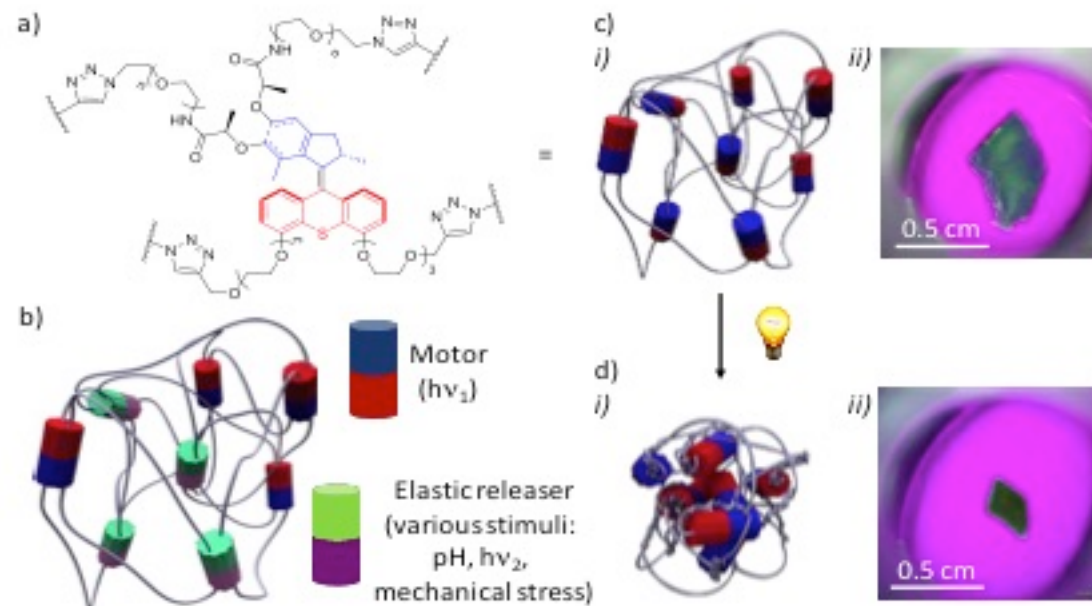
I. Boucenna



A. Mourchid

- Matériaux stimulables (muscles artificiels)

Eric Buhler
Gels+lumière

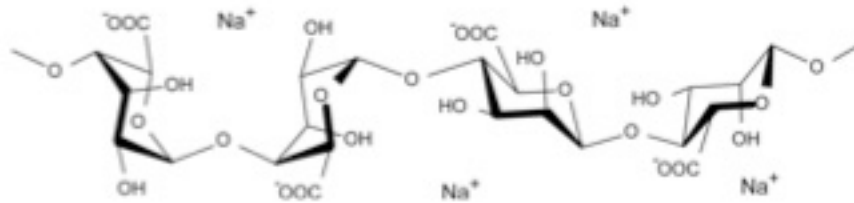


Light Scattering Strategy for the Investigation of Time-Evolving Heterogeneous Supramolecular Self-Assemblies, Nicolas Jouault, Emilie Moulin, Nicolas Giuseppe, and Eric Buhler, PRL 2015, 115, 085501

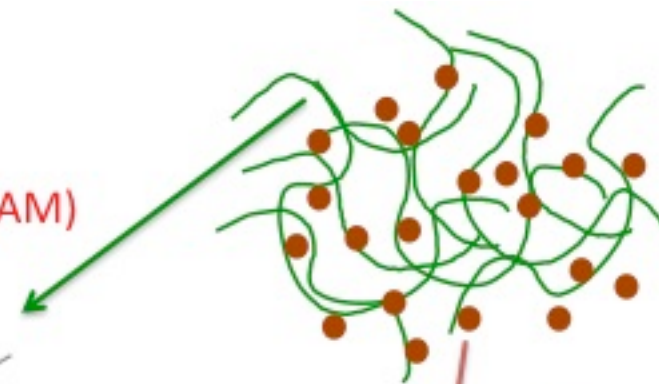
- Matériaux stimulables

Gels stimulables par champ magnétique

Alain Ponton (av. ITODYS + LSPM, Labex SEAM)

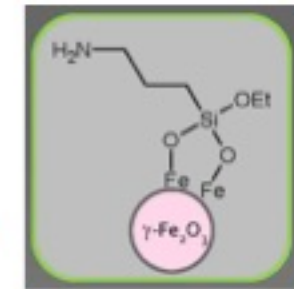


Alginate (polyélectrolyte)

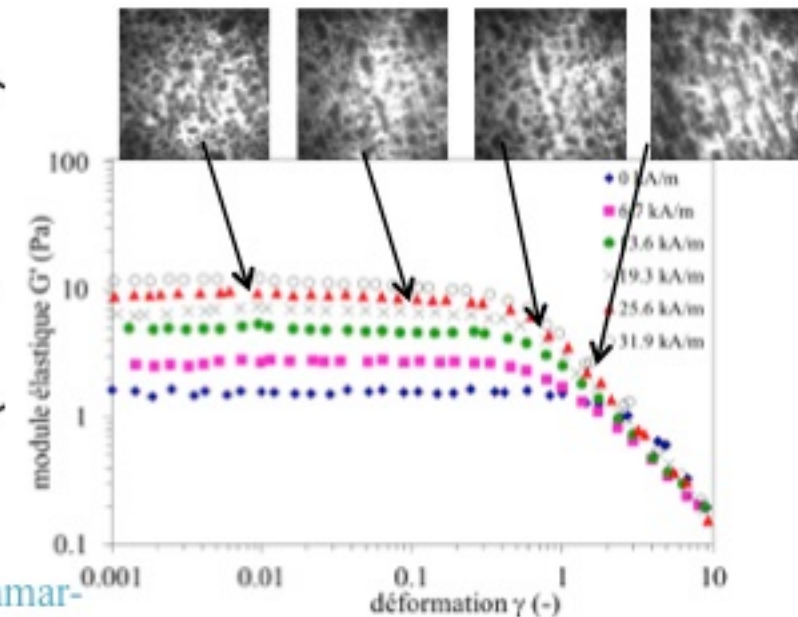
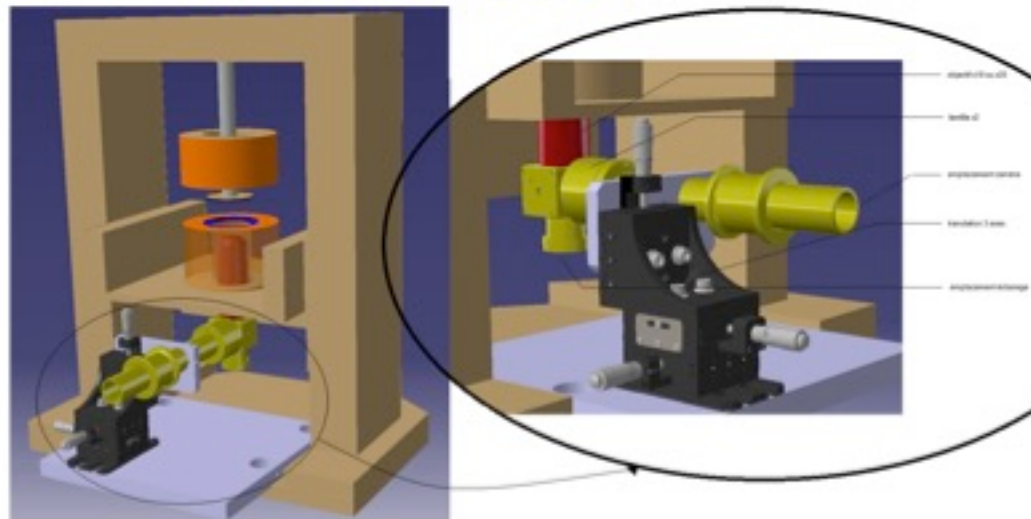


nanoparticules

Maghémite $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$
+ ligand bifonctionnel



Magnéto-opto-rhéologie



C. Galindo Gonzalez, S. Gantz, L. Ourry, F. Mammeri, S. Ammar-Merah, A. Ponton, *Macromolecules* **47**, 3136-3144 (2014)

- Matériaux pour l'énergie: Laurent Royon (MSC) av. LSPM, Paris 13, Labex SEAM

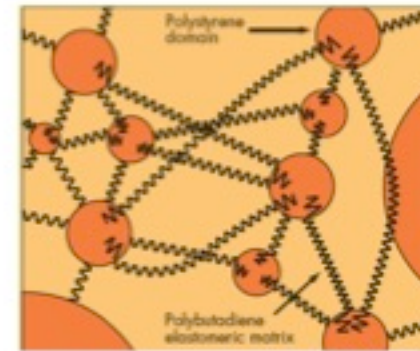
Eléments à changement de phase (paraffine) inséré dans une matrice polymère



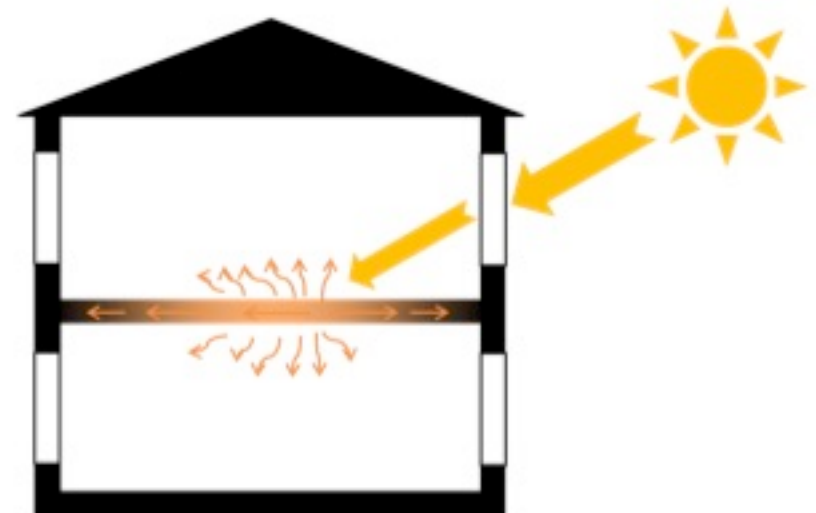
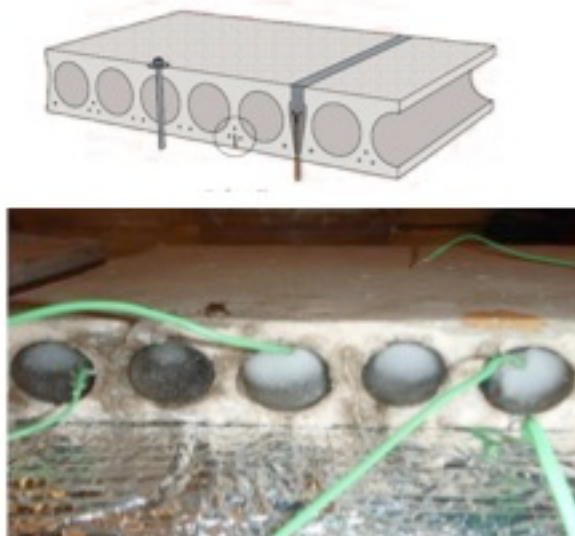
$T < 27,5^{\circ}\text{C}$



$T > 27,5^{\circ}\text{C}$

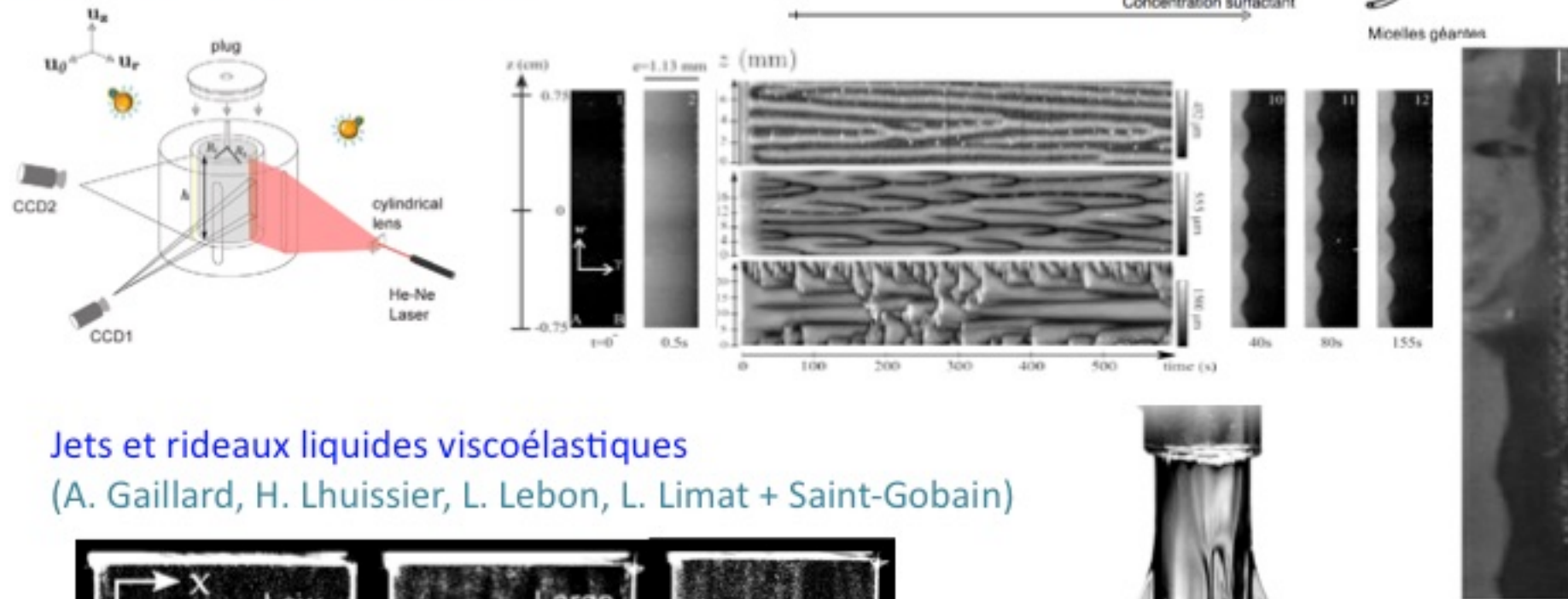


15% de polymère
85% de paraffine

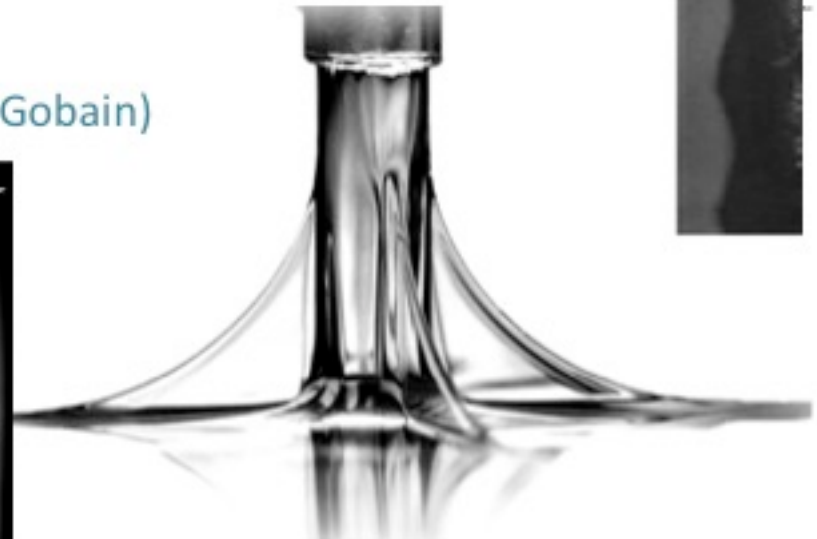
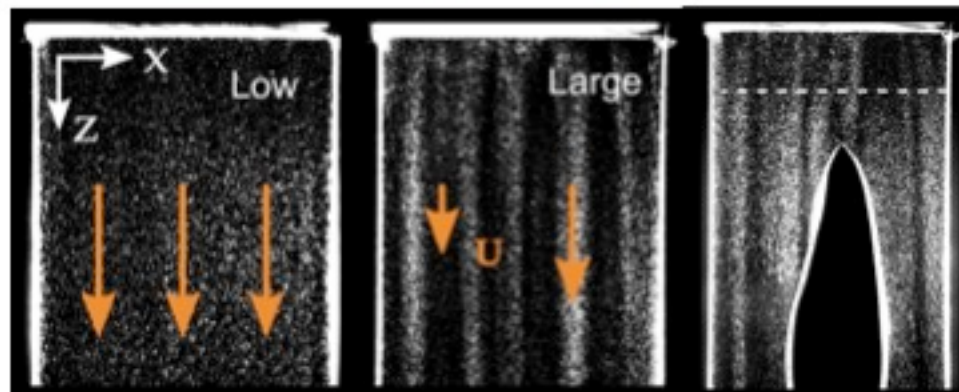


A3 – Matériaux : Mise en forme, dépôt, instabilités, un Pb de fluides complexes

Cisaillement de suspensions micellaires (S. Lerouge et al + MIT-Boston)



Jets et rideaux liquides viscoélastiques
(A. Gaillard, H. Lhuissier, L. Lebon, L. Limat + Saint-Gobain)

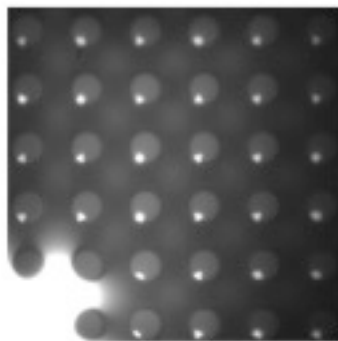
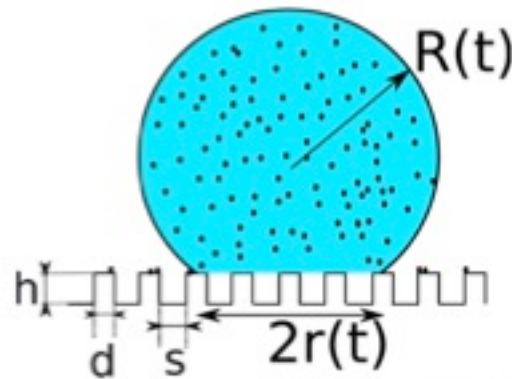


A4 – Matériaux, leurs surfaces: Mouillage, élastomouillage, Interfaces....

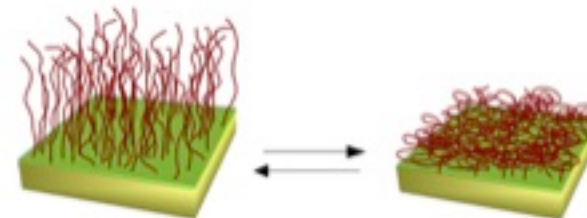
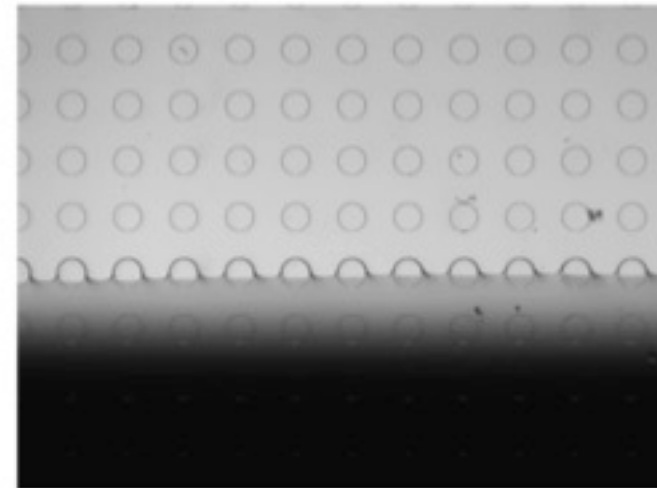
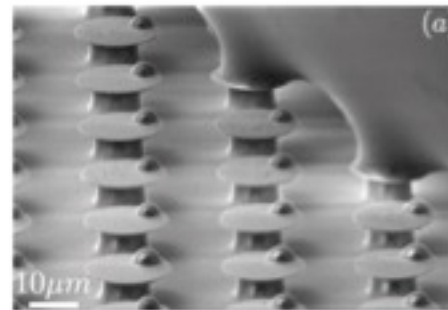
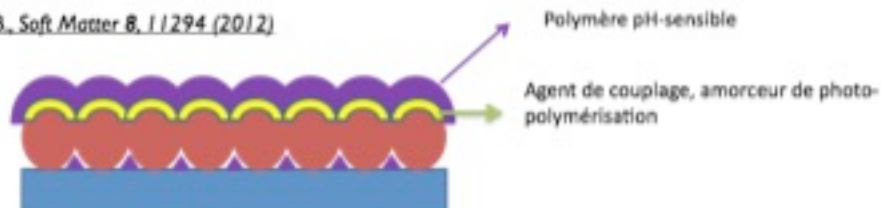
1) Mouillage de substrats texturés et/ou fonctionnalisés chimiquement :

P. Brunet, av C. Mangeney, ITODYS (Labex SEAM) et Saint-Gobain Recherches.

Applications multiples: superhydrophobes, répulsifs, glissement, anti-icing, autonettoyants, Tri de cellules.... Capture de rosée (L. Royon, Progr. SPC Energies de Demain)

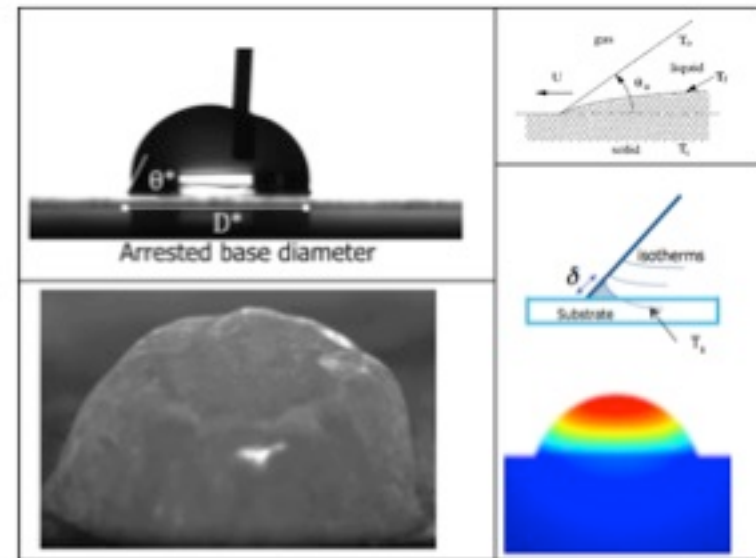
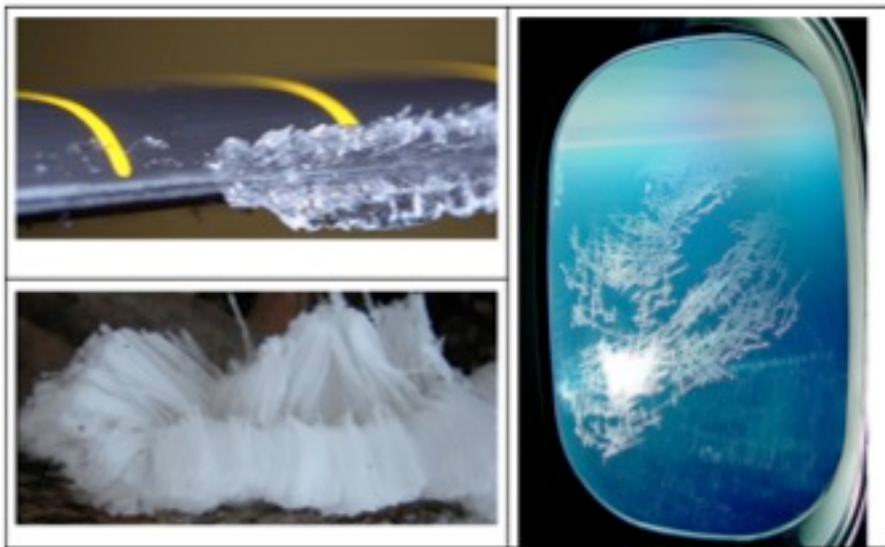


P.B., Soft Matter 8, 11294 (2012)

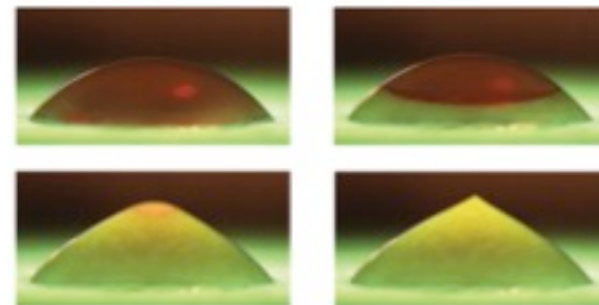


R. Ahmad, et al., e, P. Brunet and C. Mangeney, Polymer 57, 12–20 (2015).

- 2) Application: Mouillage avec solidification, L. Limat, P. Brunet, L. Royon, A. Daerr
 Application au gel en aéronautique. Mécanismes de croissance des glaces.
 Revêtements « anti-icing ».
 ANR ICEWET 2015-2019, av. C. Mangeney (ITODYS)
 D. Legendre (IMFT Toulouse), P. Spelt (LMFA Lyon), Airbus Toulouse.



Universality of Tip Singularity Formation in Freezing Water Drops. A.G. Marin, O.R. Enriquez, P. Brunet, P. Colinet and J.H. Snoeijer, Physical Review Letters 113, 054301 (2014).



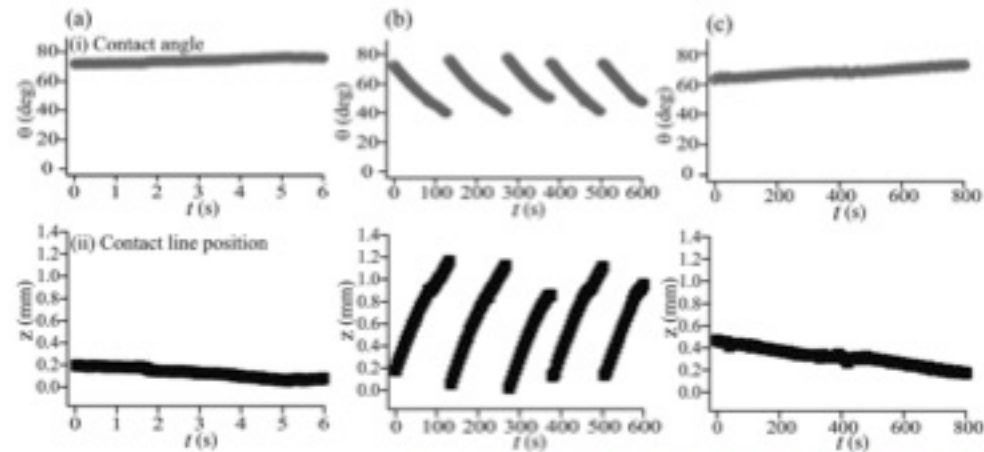
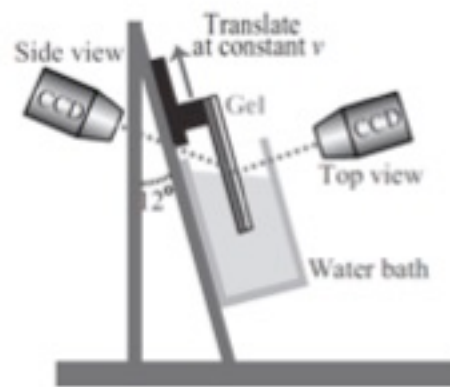
3) Mouillage de substrats déformables (gels, élastomères)

M. Roché, P. Brunet, A. Daerr, L. Royon, J. Dervaux, L. Limat

T. Kajiya (postdoc SEAM), M. Zhao (Thésard, cotutelle ESPCI)

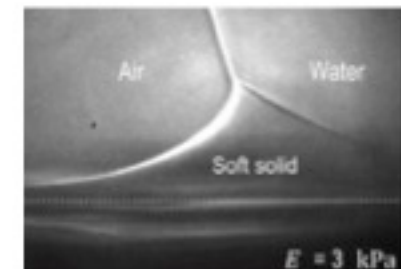
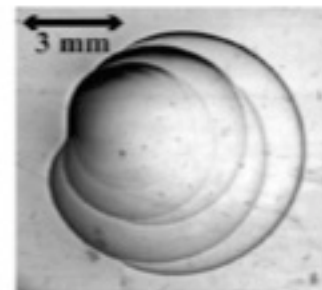
R. De Pascalis, Postdoc SEAM, Coll. avec LSPM (Projet MMEMI, av LSPM)

S. Queyreau, Y. Charles, I. Ionescu, etc), Coll. av. ESPCI (Lequeux, Narita)



Kajiya et al., Soft Matt. 2013 + 2014

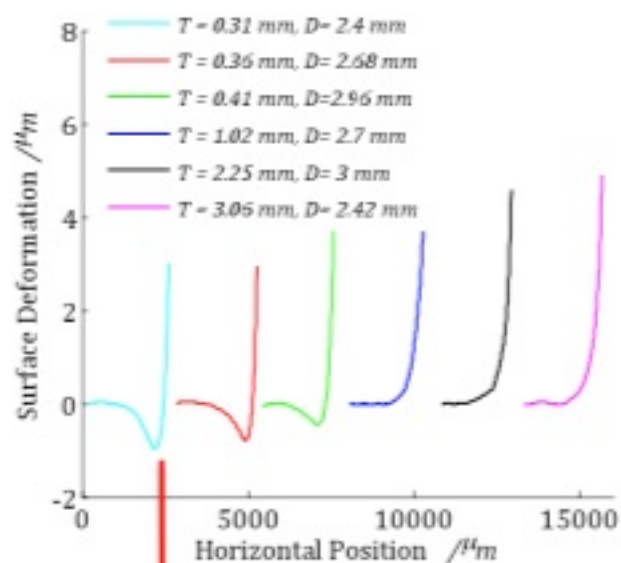
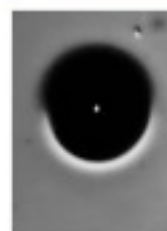
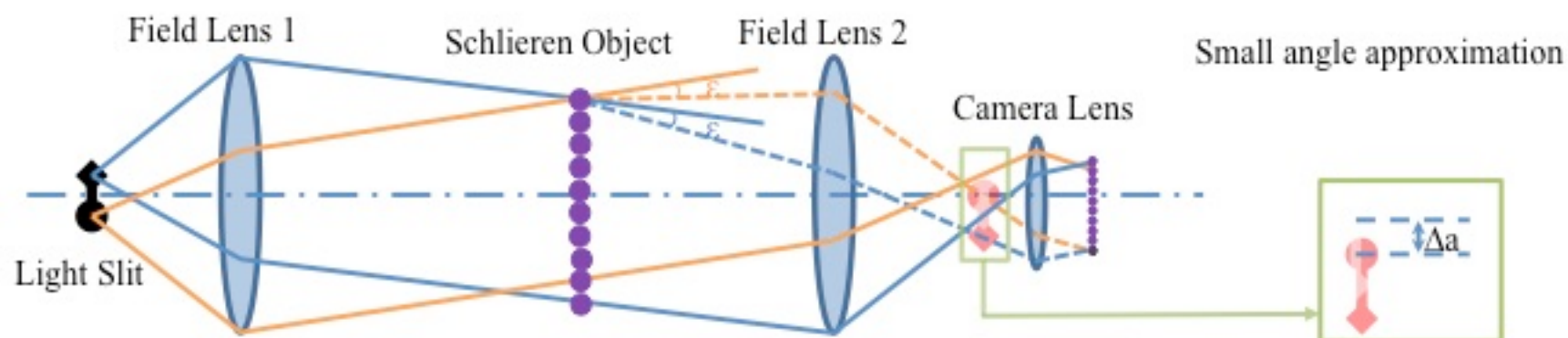
Egalement observable sur une goutte gonflée:



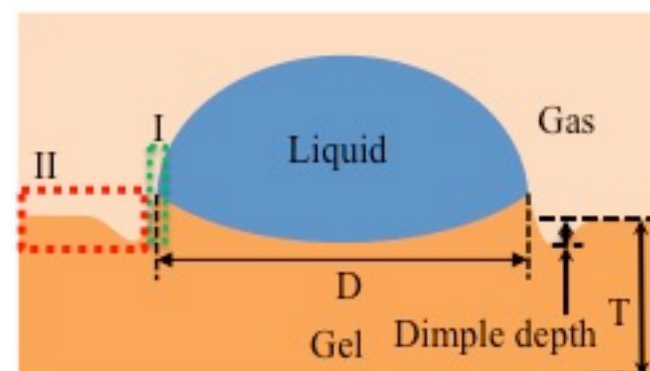
Accrochage ligne sur déformation induite
Sur le substrat (viscoélasticité, rhéologie...)

Etude locale des déformations (Matthieu Roché et Menghua Zhao,
av F. Lequeux et T. Narita ESPCI)

Méthode de Schlieren:



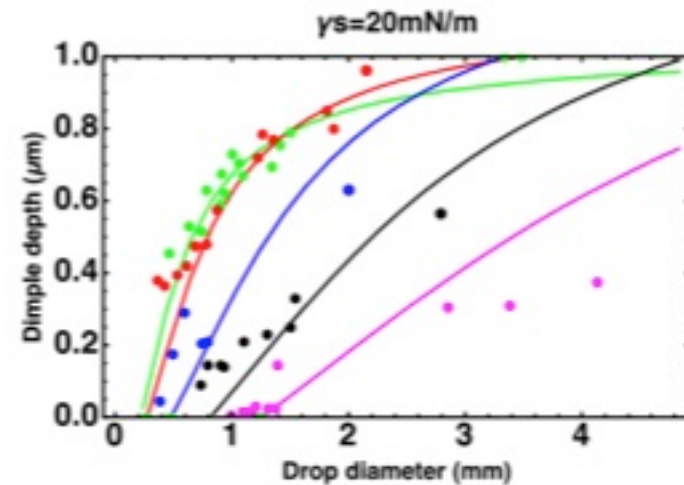
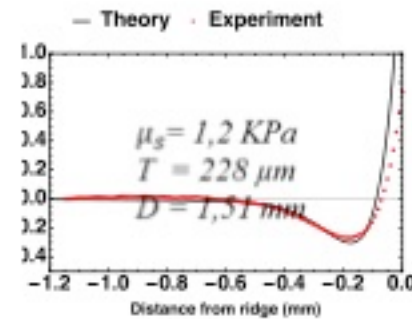
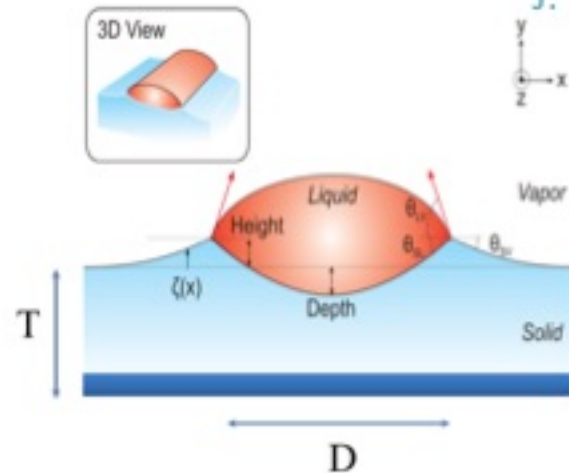
Dimple formation at low thickness



Modélisation: Projet MEMMI (cf exposé Sylvain Queyreau, LSPM)

Deux voies: 1) Calcul linéaire, par fonction de Green

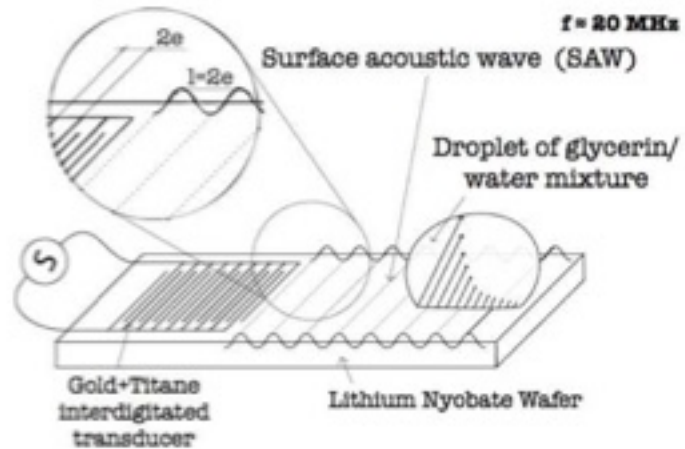
J. Dervaux & L. Limat, Proc. Roy. Soc. A (2014)



2) Calculs non-linéaires + Elements finis: Riccardo De Pascalis et Ioan Ionescu (LSPM)
(projet MEMMI, cf exposé de S. Queyreau)



4) Guidage de gouttes par acoustique: P. Brunet, M. Costalonga, N. Chastrette, L. Royon



3D characterization of the inner flow in an oscillating drop.
V. Palero, J. Lobera, P. Brunet, N. Andres and P. Aroyo,
Experiments in Fluids 54, 1568 (2013).

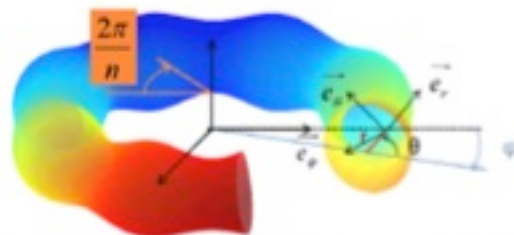
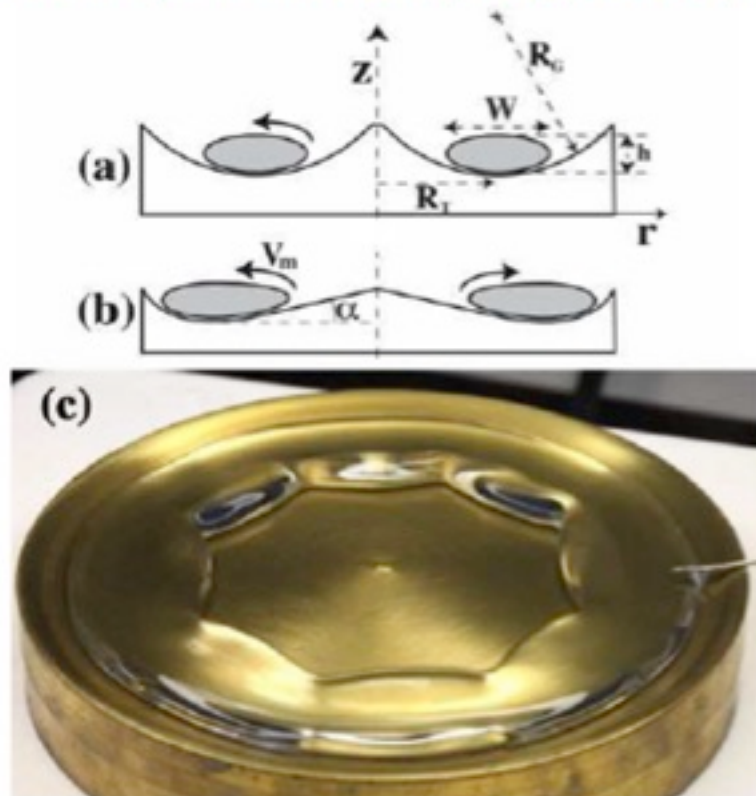
Mise au point essuie-glace sans contact



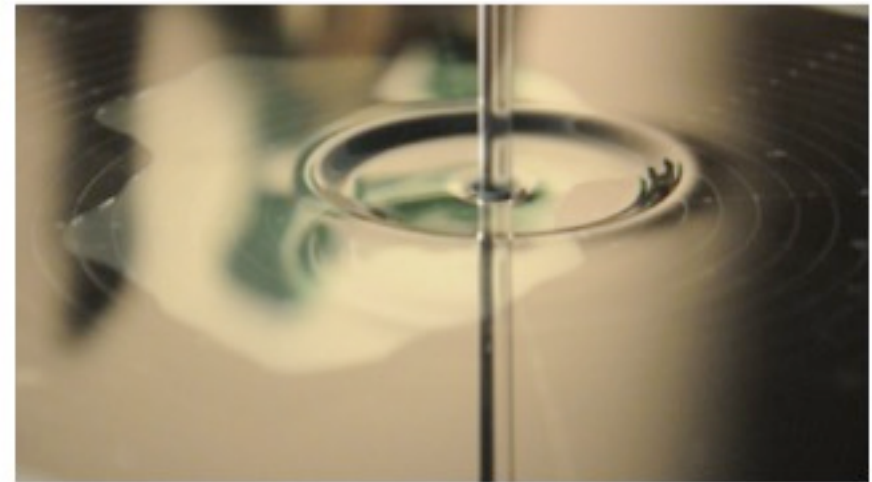
5) Limite ultime, le « non-mouillage » :

Liquides suspendus par caléfaction.

Y. Couder, E. Fort (Inst. Langevin), L. Limat,
S. Perrard, M. Labousse (MPQ), J. Bush (MIT)



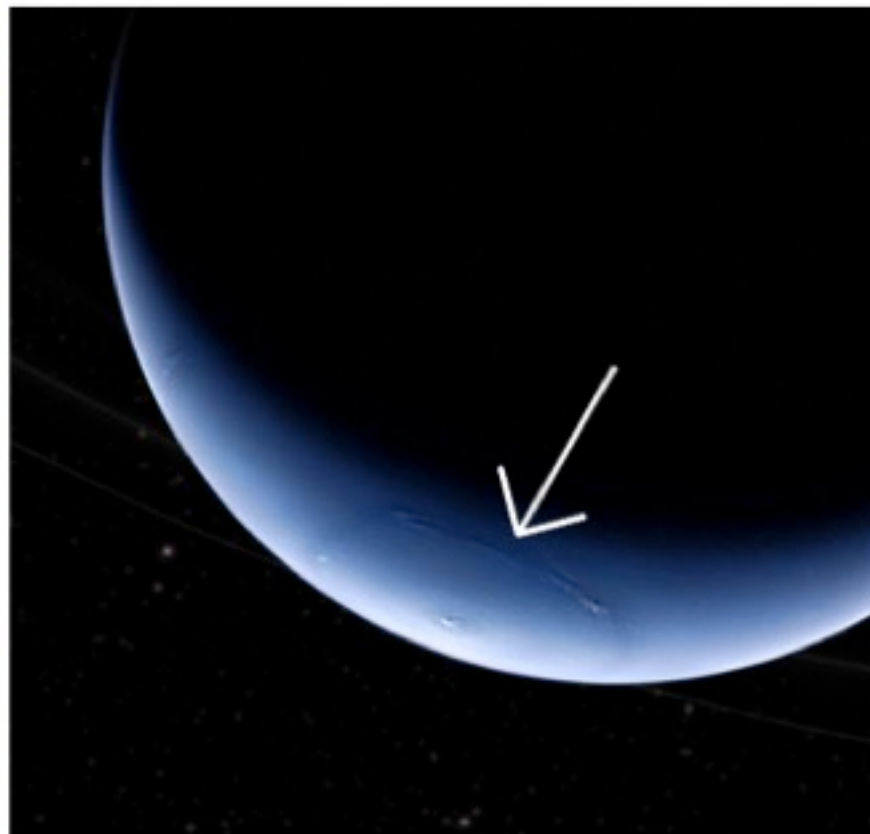
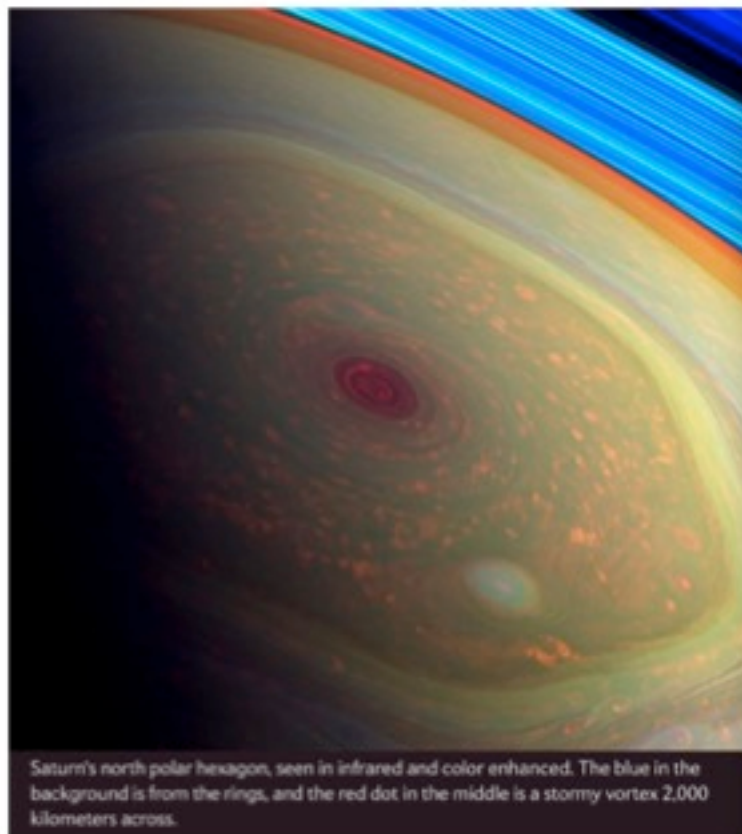
Analogie dans votre évier:



Pourquoi s'intéresser à ça?



A cause de la Géophysique et de la Planétologie!



Merci de votre Attention!

Chemists of SPC...



For your help....