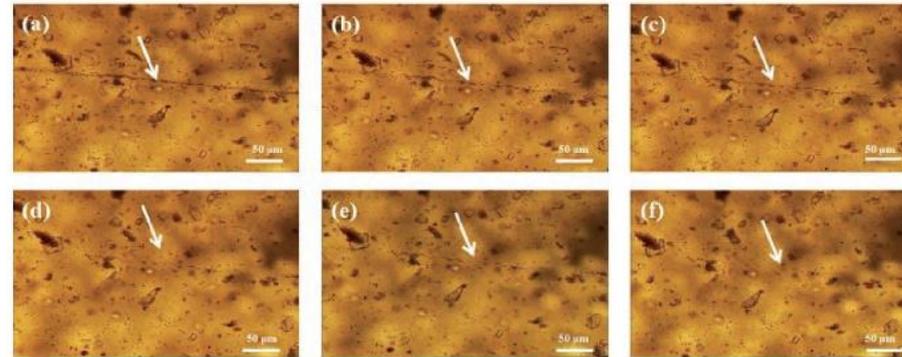
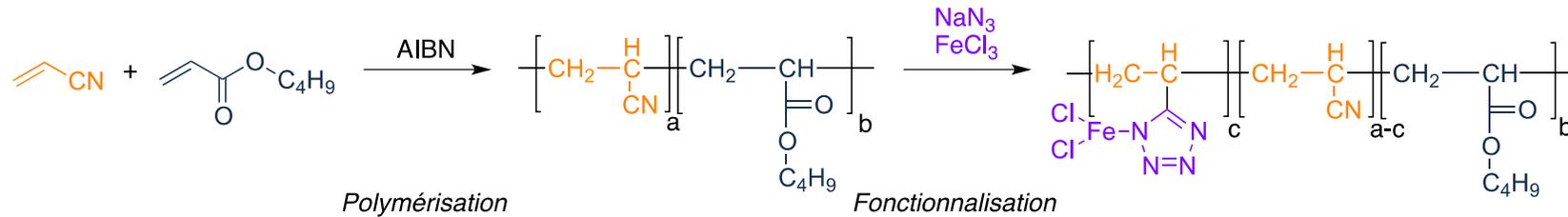


Sujet 1 : Métallopolymères

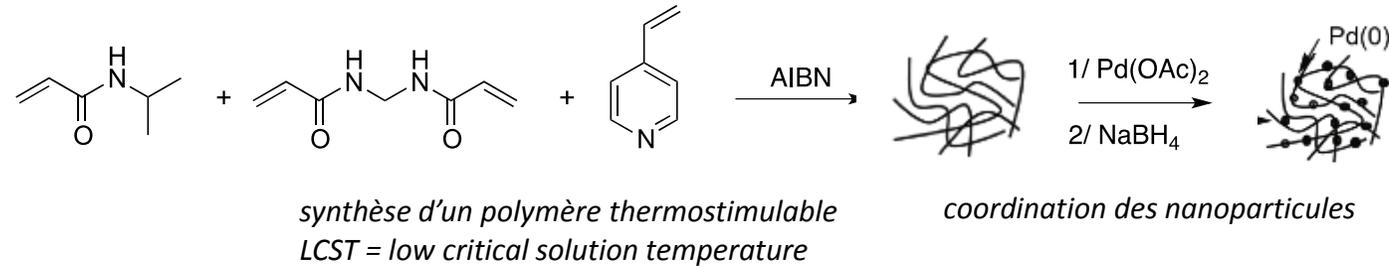
Polymères auto-cicatrisants



- synthèse de polymères et fonctionnalisation
- caractérisation chimique et physico-chimique
- études rhéologiques
- étude du phénomène d'auto-cicatrisation

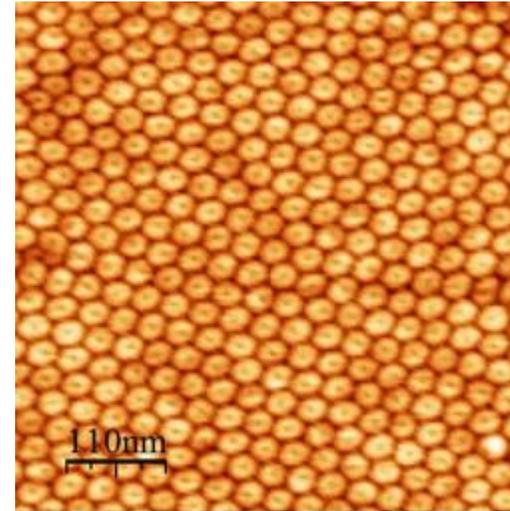
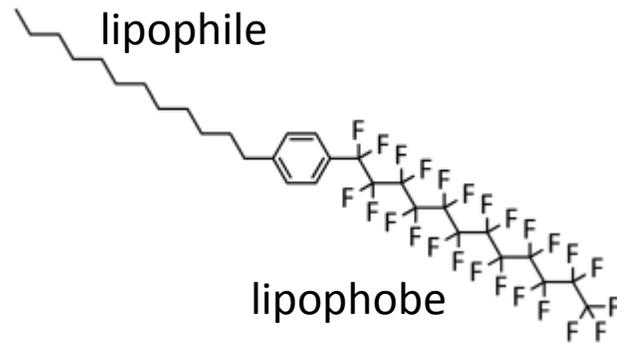
Sujet 2 : Catalyseurs recyclables

Nanoparticules supportées sur des hydrogels thermostimulables



- synthèse de polymères et de nanoparticules
- caractérisation chimique et physico-chimique
- catalyse
- étude du recyclage

Sujet 3 : Alcanes semi-fluorés



Caractère amphiphile prononcé : bloc lipophile / bloc lipophobe

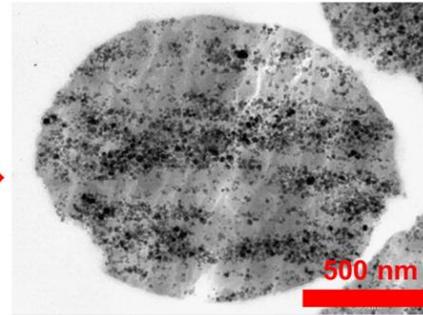
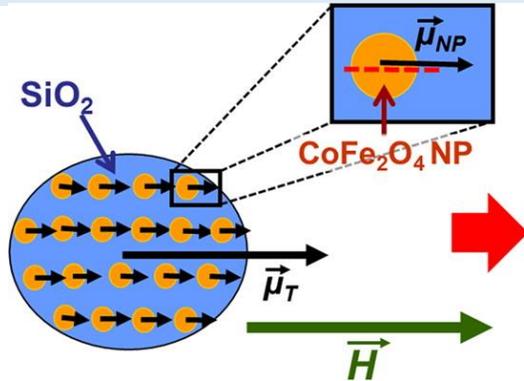
Organisation supramoléculaire en monocouche sur l'eau

Synthèse de nouvelles molécules semi-fluorées

Comportement à l'interface eau-air ?

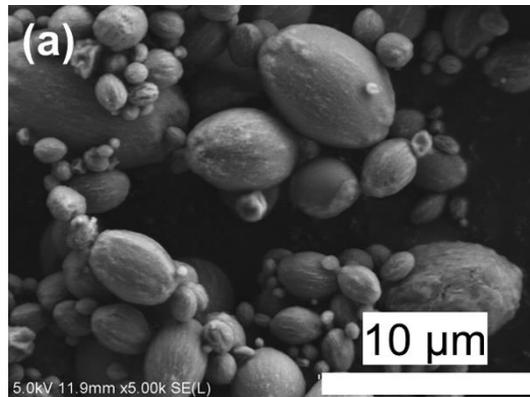
Propriétés d'auto-assemblage ?

Sujet n°4 Micro cacahuètes de silice ferromagnétiques



Contact : jean-baptiste.despinose@espci.fr

MET



MEB

Micro.
optique

La synthèse de fluide ferromagnétique est maintenant bien maîtrisée. Il a été récemment montré que la gélification d'un ferrofluide en émulsion dans une huile végétale permet de former des micro particules ferromagnétiques. Surtout, si la gélification (gel de silice) a lieu sous champ magnétique, ces particules sont allongées et le couplage des nanoparticules entre elles introduit également une forte anisotropie magnétique. Il en résulte des propriétés bizarres d'organisation spontanée des particules en chapelet.

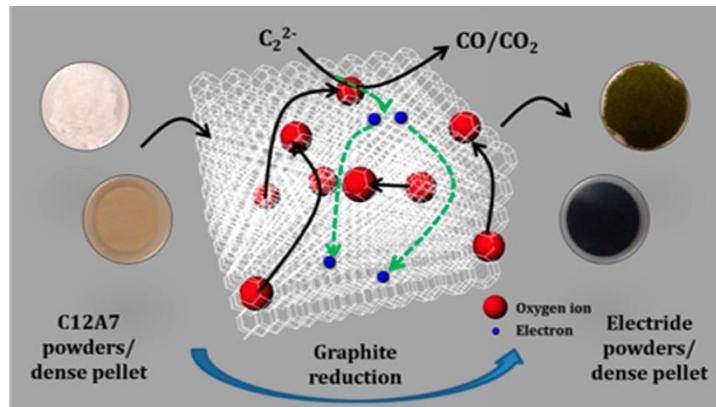
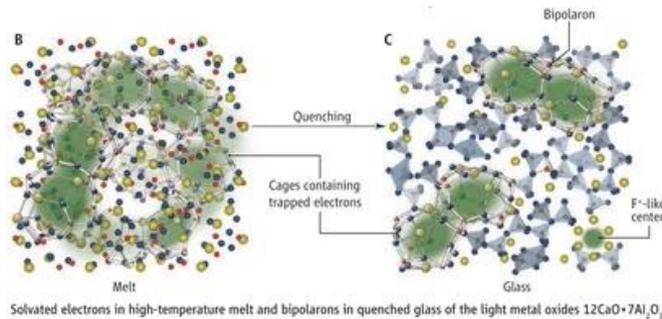


Je propose de synthétiser ces objets et d'étudier l'importance relative de la cinétique de gélification, de l'intensité du champ appliqué et de l'énergie d'anisotropie magnétique. L'objectif final est de réussir à en former avec des nanoparticules de maghémites ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) peu chères et facilement disponibles à la place des ferrites de cobalt.

Sujet n°5: Electrides de mayenite

Dissoudre des électrons dans du ciment

Contact : jean-baptiste.despinose@espci.fr



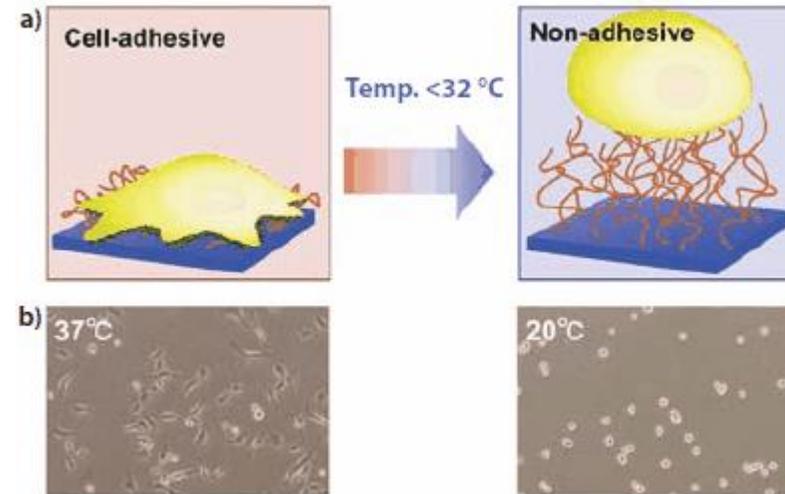
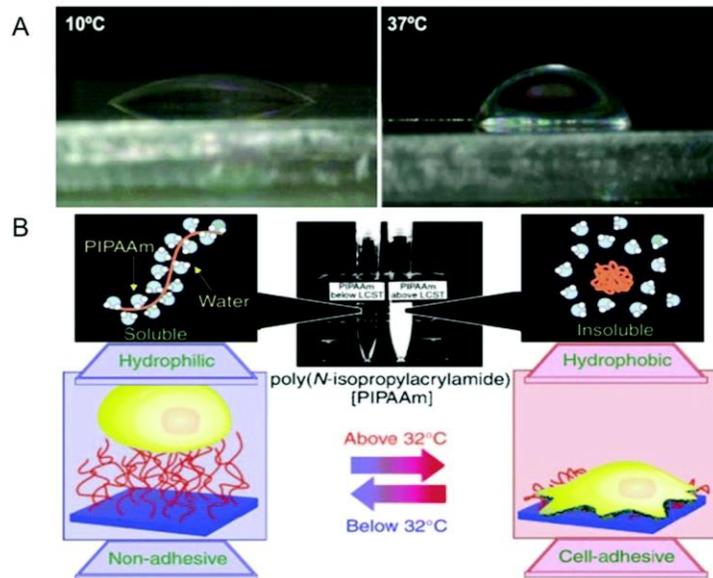
Les électrides forment une classe de matériaux ioniques qui contiennent à la place d'anions, des électrons solvatés stables. Cela fait de ces matériaux des objets aux propriétés opto-électroniques curieuses et versatiles qui pourrait trouver des utilisations pour la transformation de courant en lumière et réciproquement.

Jusqu'à récemment, les électrides connus étaient des liquides organiques instable en atmosphère ambiante. Très récemment, il a été découvert qu'une phase solide du ciment, la mayénite (un aluminat de calcium) pouvait être transformée en électride par échange ionique et que cet électride solide était (presque) stable à l'ambiante!

Cette année, il a été proposé un protocole de synthèse d'électride de mayénite simple et utilisant du matériel facilement disponible à l'ESPCI (fours céramiques). Il suffirait de porter à $700\text{-}1400^\circ\text{C}$ les oxydes constitutifs de l'aluminat de calcium en présence de matière organique sous atmosphère inerte. Le caractère électride peut-être ensuite quantifié par des dosages électro-chimiques de paillasse.

Je propose donc de répéter ce protocole et au-delà d'explorer dans quelle mesure il peut être simplifié et dégradé tout en maintenant les propriétés surprenantes des électrides de mayénite (couleur, conduction électronique).

Sujet 6 : De nouveaux hydrogels synthétiques pour la thérapie tissulaire



Les polymères thermosensibles du type Polynipam (poly N isopropylacrylamide) représentent des substrats à haut potentiel pour l'ingénierie tissulaire. En effet, des études récentes montrent qu'ils sont compatibles avec la croissance des cellules et leurs propriétés de thermo-conversion permet d'envisager de récupérer le tissu après son auto-organisation, pour transfert pour une greffe par exemple.

L'utilisation de ces produits en bio-ingénierie est en plein développement et les premières applications commencent à être commercialisées. **Voulez-vous proposer un nouveau produit pour la thérapie tissulaire?**

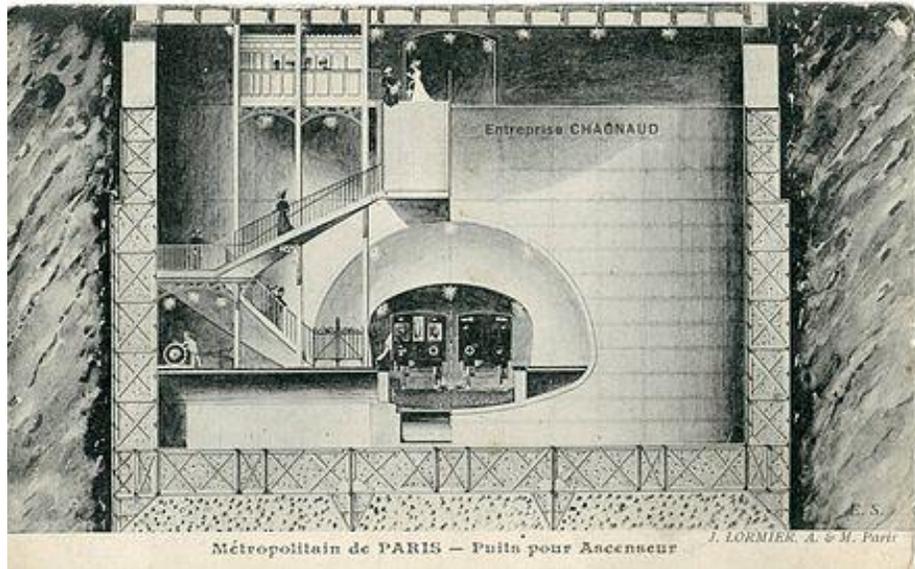
Tang Z, Okano T. Recent development of temperature-responsive surfaces and their application for cell sheet engineering. Regen Biomater. 2014 91-102.

Sujet 7 : Cyclisme paralympique



Quelle forme donner au pédalier pour optimiser la propulsion à une jambe ?

Sujet 8 : Congélation du sol

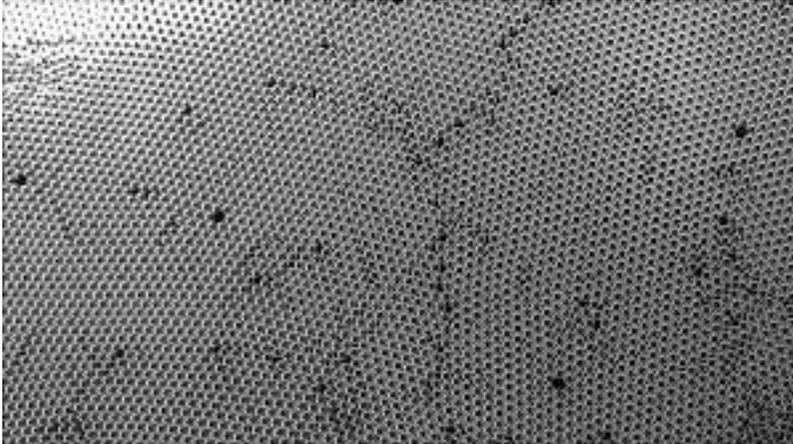


En génie civil, on est parfois amené à congeler un sol gorgé d'eau pour pouvoir excaver

Utilisation du sel !

Ligne 4 - station St Michel

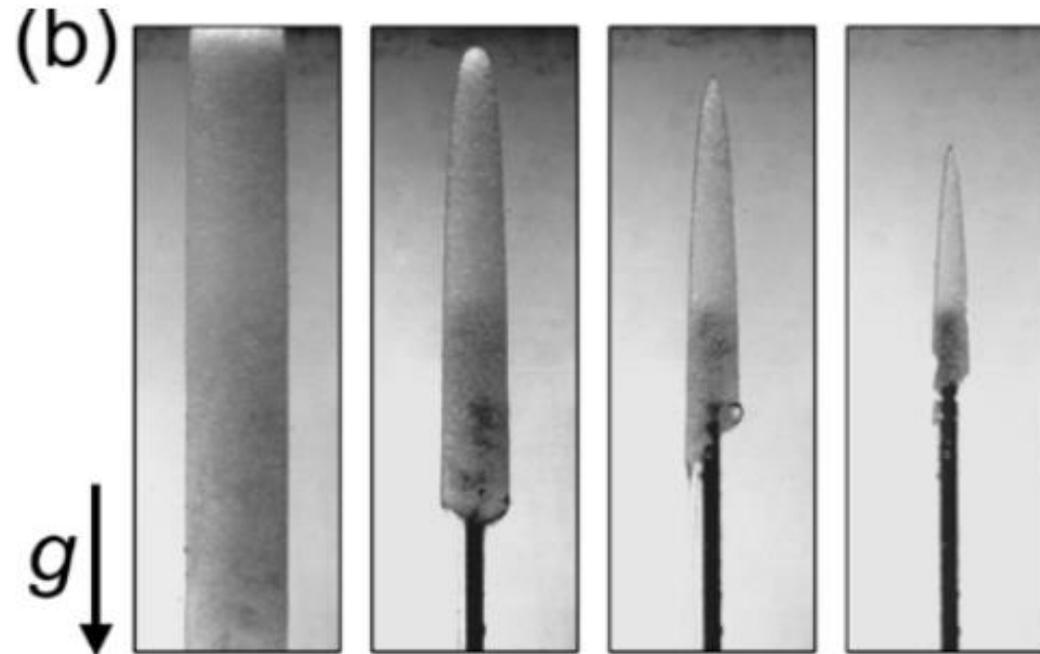
Différentes stratégies sont possibles. Quelles sont leur efficacité relative ?



Bragg et Nye (1947) ont montré qu'on pouvait modéliser des cristaux 2D à l'aide de radeaux de bulles

Est-ce qu'il est possible

- de mesurer les constantes élastiques d'un tel système ?
- Evaluer sa résistance au cisaillement ?
- Etudier les dislocations, leur dynamique, ...



E. Nakouzi et al

Quelle forme prend un objet en dissolution sous gravité?

Variation des paramètres: forme de l'objet, rapport d'aspect, viscosité du liquide environnant, orientation...

Sujet 11 : Optimisation de l'imprégnation d'un biscuit



**Combien de temps peut-on laisser un biscuit à tremper sans qu'il ne se casse?
Quelle quantité de liquide va-t-on imprégner?
Comment maximiser l'imprégnation sans casser le biscuit? (caractéristiques des pores du biscuit modèle et/ou du liquide, orientation...)**

Sujet 12 : Rebond de billes d'hydrogel en caléfaction



Des billes d'hydrogel en caléfaction vont se mettre à rebondir de plus en plus haut.

**Pourquoi? Et comment varie se phénomène en fonction de la taille des billes/
concentration en eau/chaleur imposée, etc.)**

Sujet 13 : Propagation des ondes dans le sable

Comment le scorpion détecte ses proies?



Les scorpions peuvent localiser précisément leur proie grâce aux vibrations dans le sable.

Construire une expérience permettant de comprendre ce phénomène.

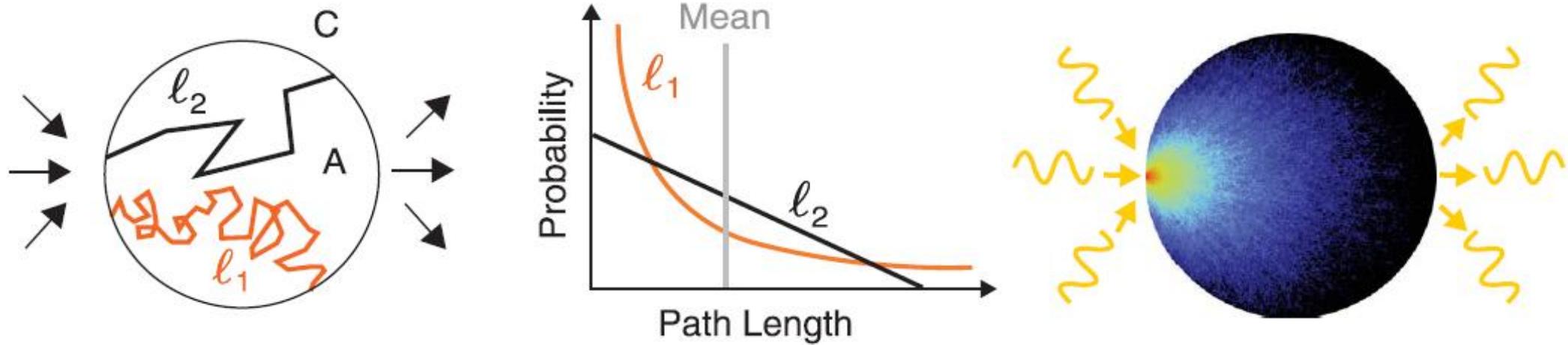
En première étape: on tentera de détecter la cadence de marche et l'orientation d'une personne.

Sujet 14 : Prise de bec des phalaropes

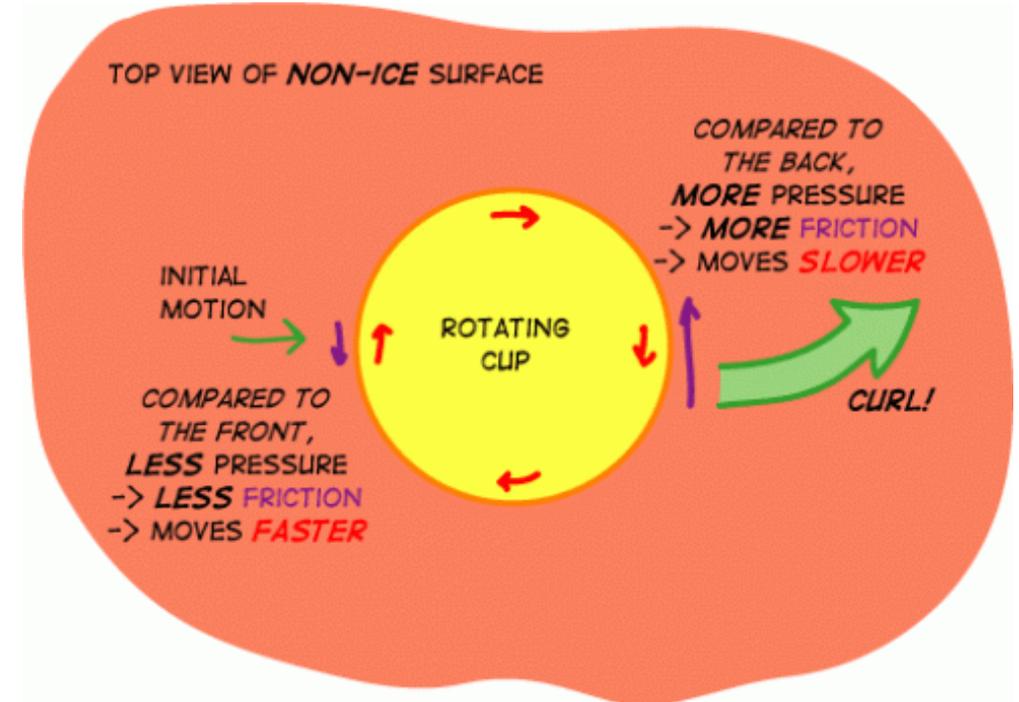


Ce projet a pour but de réaliser une expérience modèle pour étudier la façon dont les certains oiseaux (phalaropes notamment) parviennent à boire et à manger en faisant remonter l'eau dans leur bec.

Sujet 15 : Mouvement brownien et invariance de la longueur moyenne

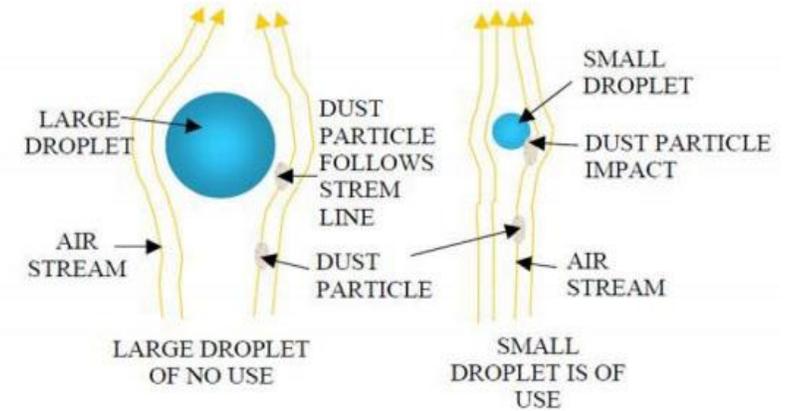


La longueur moyenne parcourue par une particule ou une onde à l'intérieur d'un milieu donné ne dépend pas des propriétés internes de diffusion de ce dernier (de façon très étonnante!). Le but de ce projet est d'étudier cette propriété pour la première fois à l'aide de l'observation d'un mouvement brownien en faisant varier les paramètres (température, taille,...) et en tentant de voir les limites de cette propriété (application d'un champ magnétique,...)

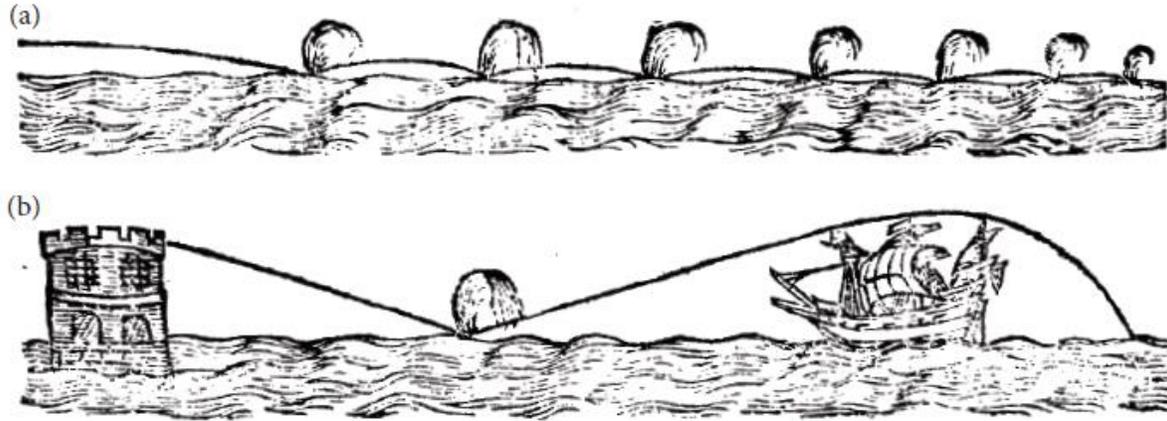


Lors du lancé au Curling une légère rotation est appliquée à la pierre afin de courber sa trajectoire. Le sens de rotation est opposé à celui que l'on devrait appliquer sur une surface non-glacée. Le but de ce projet est d'étudier ce phénomène controversé ainsi que l'influence du frottement des balais utilisés pour chauffer la glace et diminuer la courbure.

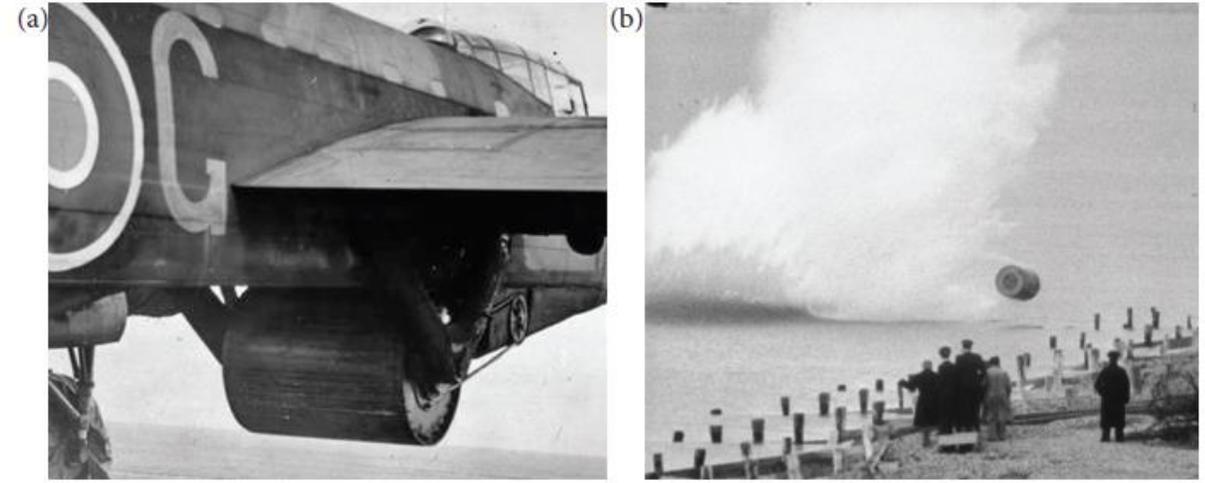
Sujet 17 : Canon anti-pollution



Le but est de concevoir une expérience pour étudier l'efficacité de la brumisation pour capter les particules fines dans l'atmosphère (influence de la taille des gouttes, concentration, vitesse,...).



Hand-drawn diagram of a skipping cannonball from the 1587 text, *The Arte of Shooting in Great Ordaunce*, by William Bourne



A 4200 kg “bouncing bomb” mounted under a Lancaster B III bombing plane. A mechanical chain runs to the mounting device to induce the backspin necessary for skipping.

Le but de ce projet est d'étudier les ricochets avec des projectiles en rotation suivant un axe horizontal ou sans rotation.

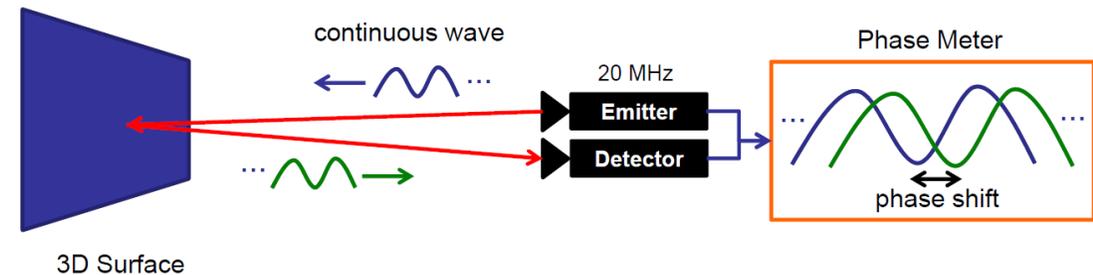


Le but est de réaliser un système laser de détection de moustique utilisant de rétrodiffusion pour l'identifier (ces expériences seront réalisées avec des drosophiles dans un premier temps).

Sujet 20 : Kinect et optique



La Kinect est une caméra de temps de vol très performante qui permet de mesurer la vitesse de la lumière (et de faire de l'imagerie 3D). Le but de ce projet est de l'utiliser pour réaliser des expériences historiques de Foucault mais aussi des mesures de durée de photon vie en cavité, de principe de Fermat ou de détection dans les milieux diffusants



Sujet 21 : Piscine inversée



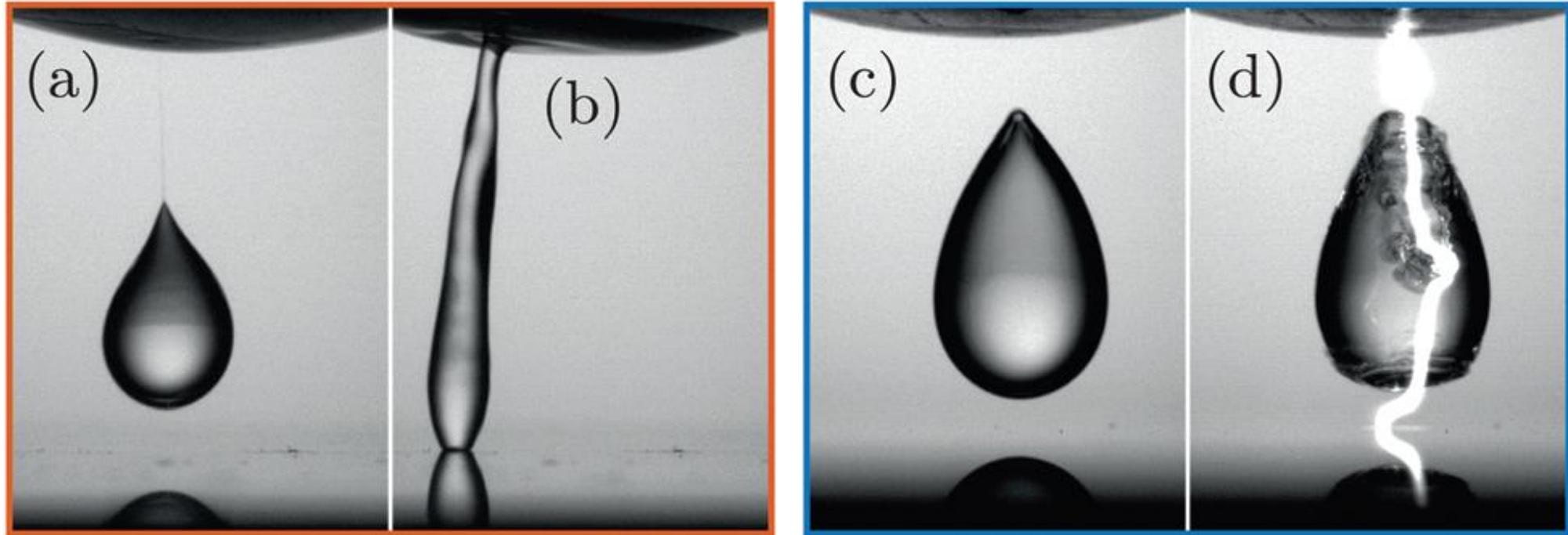
Le but est de concevoir une expérience permettant de maintenir un liquide « à l'envers » par une vibration verticale.



Œuvre de l'artiste Leandro Erlic

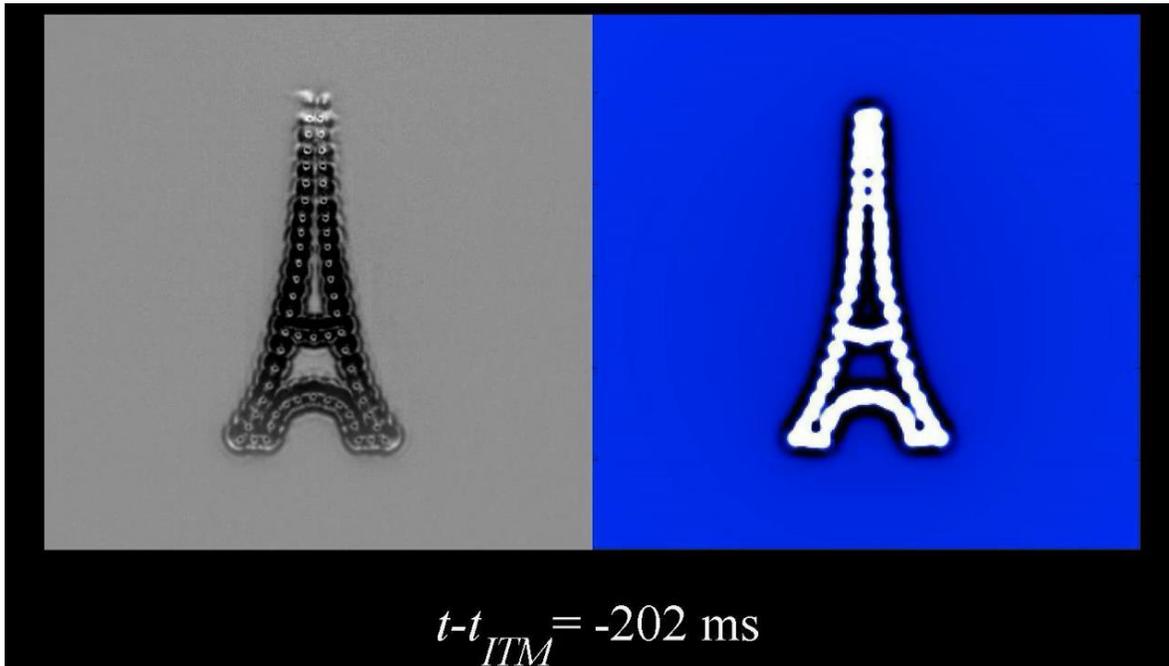


Le but est ce projet est de trouver des techniques de compaction de milieu granulaires en fonction de la forme des grains. On réalisera une expérience avec des dés (cf. figure) pour commencer.

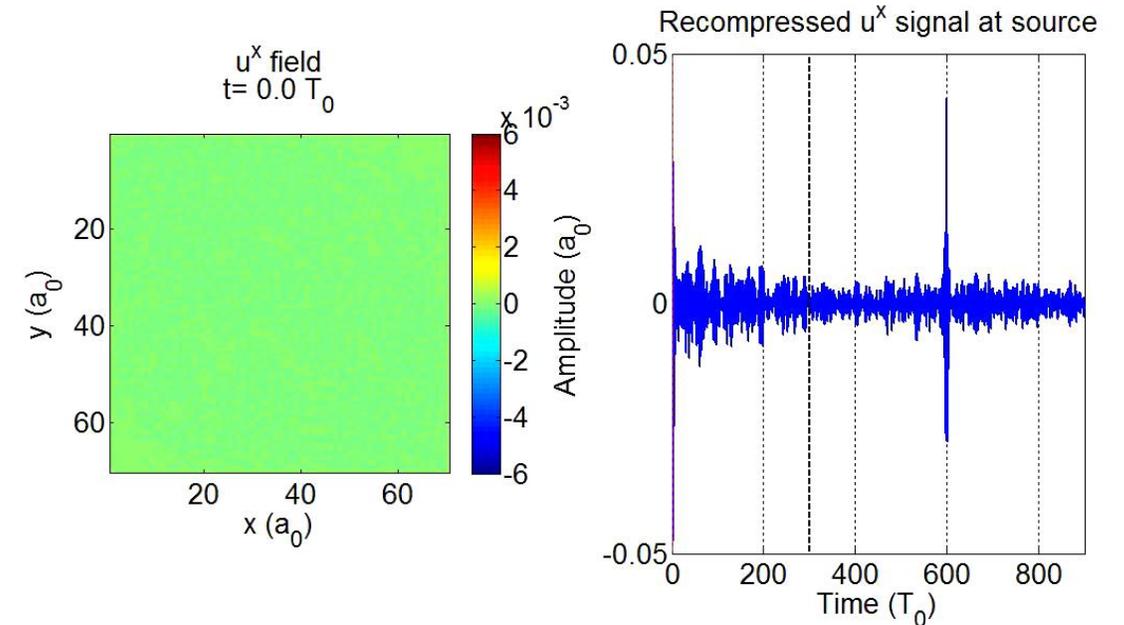


Le but est de concevoir une expérience de caléfaction entre 2 électrodes pour charger les gouttes et ainsi étudier la mise en charge des gouttes puis leur interaction. Il est possible de réaliser avec ce système un analogue de matière en interaction gravitationnelle (pas de frottement et similarité entre forces de Coulomb et gravitation)

Sujet 24 : Retournement temporel dans des réseaux aimantés



Retournement temporel des ondes de surface



Retournement temporel d'un réseau de particules élastiques

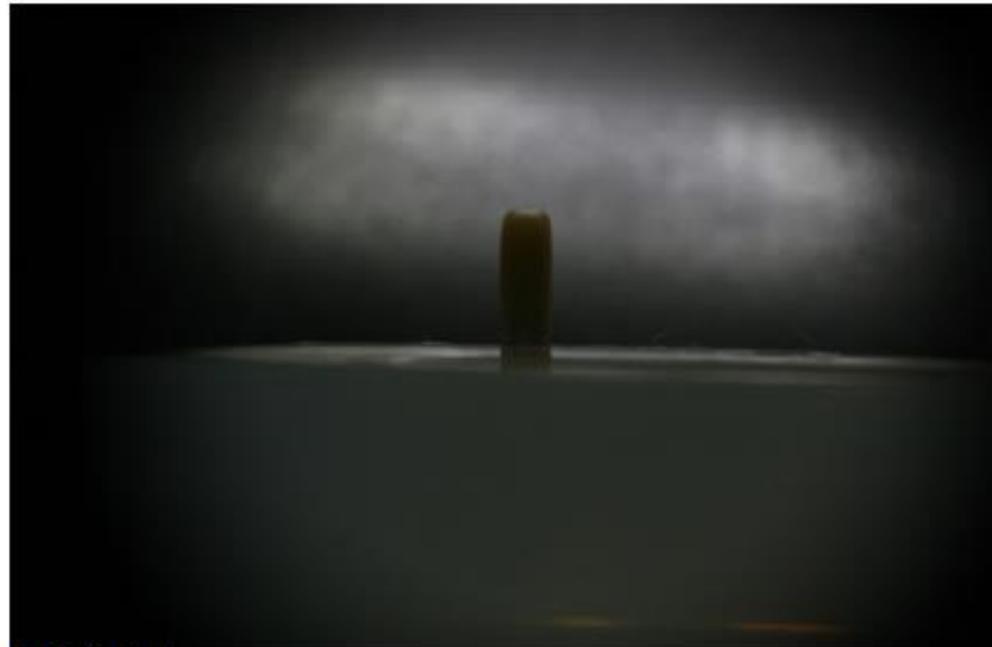
Le but de ce projet est de réaliser une expérience permettant de réaliser un nouveau concept de retournement temporel des ondes basé sur un choc de dissipation (sorte de « freezing » instantané). L'implémentation pourra se faire à l'aide d'un réseau d'aimants en interaction (propagation de phonons).

Sujet 25 : Sculpter une colonie de levures

Cultiver la levure sur un substrat solide en contrôlant l'accès de la colonie aux nutriments.

Peut-on ainsi forcer des colonies à adopter une forme précise?

Peut-on alors en déduire des informations quantitatives sur la croissance et le rendement métabolique des colonies de levure?

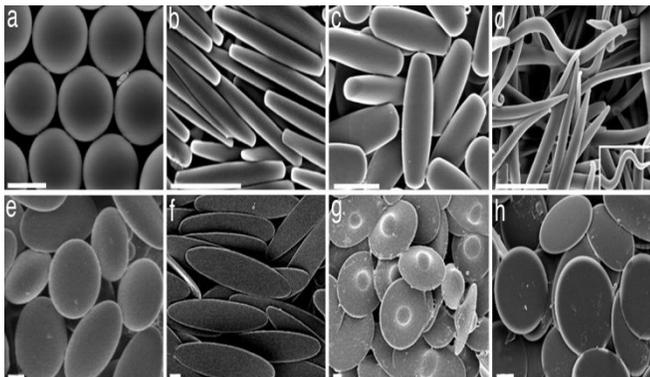


G. Vulin et al

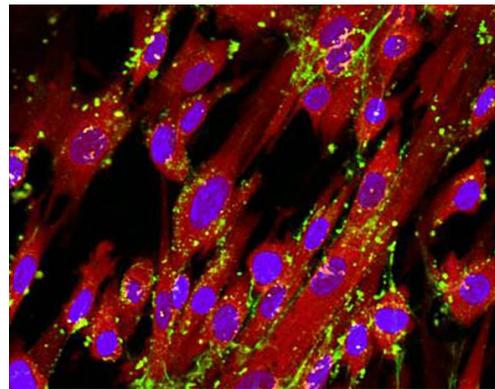
Sujet 26 : Nanoparticules pour la délivrance de médicaments intracellulaire: forme, taille et charge adéquate ?

- Délivrance de médicaments anticancéreux doit être intracellulaire pour avoir une concentration élevée locale et pas dans l'organisme entier
- Nanovecteurs de plus en plus utilisés en pharmacologie pour du ciblage thérapeutique

Thème du PSE: Synthétiser des nanoparticules permettant l'encapsulation de médicaments et leur internalisation dans les cellules de mammifères.



Forme des NP



Internalisation observée
par fluorescence

Etudier l'influence de :

- La taille
- La forme
- La charge de surface
- La nature

sur l'internalisation

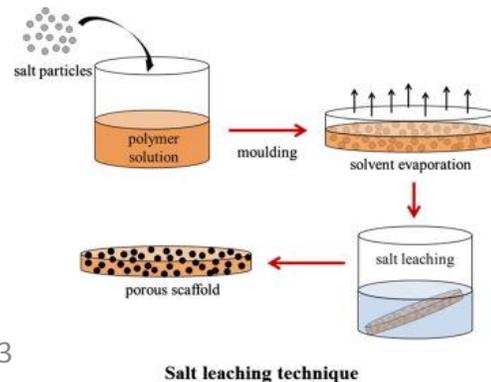
Sujet 27 : Hydrogels macroporeux pour l'ingénierie tissulaire : choix d'un polymère naturel ou synthétique ?

L'ingénierie tissulaire a pour but de remplacer la fonction de tissus humains grâce à des substituts biologiques élaborés à partir de cellules, de matrices servant de support.

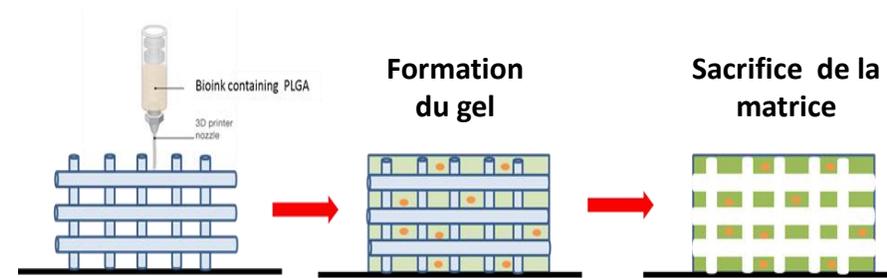
Problématique: du fait de la présence de cellules les biomatériaux doivent rapidement s'intégrer à l'organisme par une néovascularisation

Thème du PSE: Faire des canaux dans les hydrogels pour les rendre macroporeux
Choisir le type de polymère le plus approprié (naturel ou synthétique)

Stratégie 1: Utilisation d'un porogène



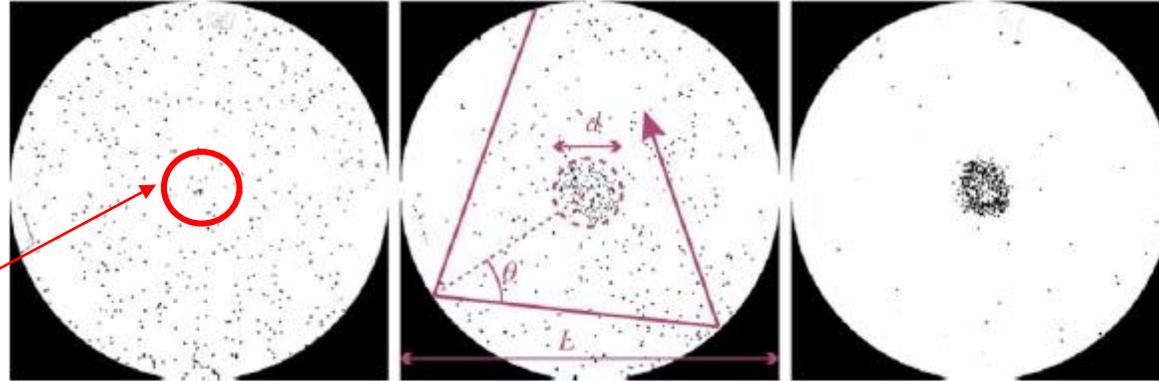
Stratégie 2: Utilisation d'une matrice sacrificielle obtenue par impression 3D



Sujet 28 : Chimiotactisme chez la paramécie



Chimioattractant



[Deforet et al., 2009, Am. J. Phys. **78** (6), June 2010]

Trajectoire des paramécies biaisée par la présence de molécules attractives dans leur environnement => Accumulation vers les fortes concentrations de chimioattractant

Comment évoluent les trajectoires en fonction des gradients de chimioattractant ?

Influence du type d'attractant choisi ?

Comment la paramécie détermine sa trajectoire en présence de différentes sources de chimioattractants ?

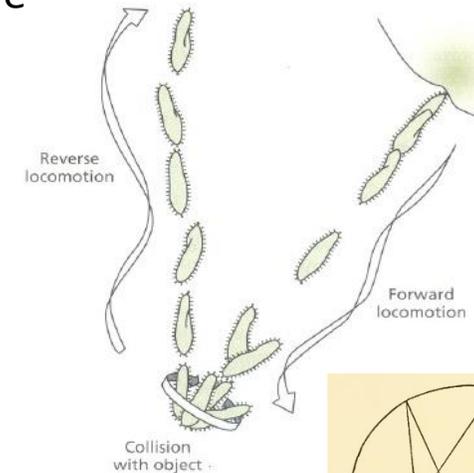
Sujet 29 : Mécanosensibilité chez la paramécie

Paramécie = organisme eucaryote unicellulaire parfois appelée « **neurone nageur** »
=> potentiels d'action dépendant des évènements perçus dans leur environnement



Par exemple, réaction à un choc dépend de la localisation de celui-ci :
Réaction d'« échappement » quand choc est localisé sur partie postérieure de la paramécie *versus* « évitement » si choc sur la partie antérieure

Existe-t-il également une sensibilité aux propriétés mécaniques d'un obstacle ?



Comment les propriétés de rebond de la paramécie sont-elles modulées sur des parois plus ou moins rigides ?

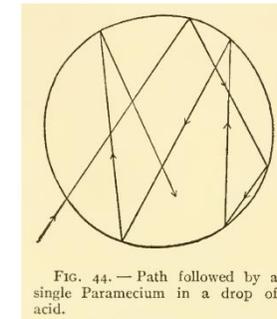
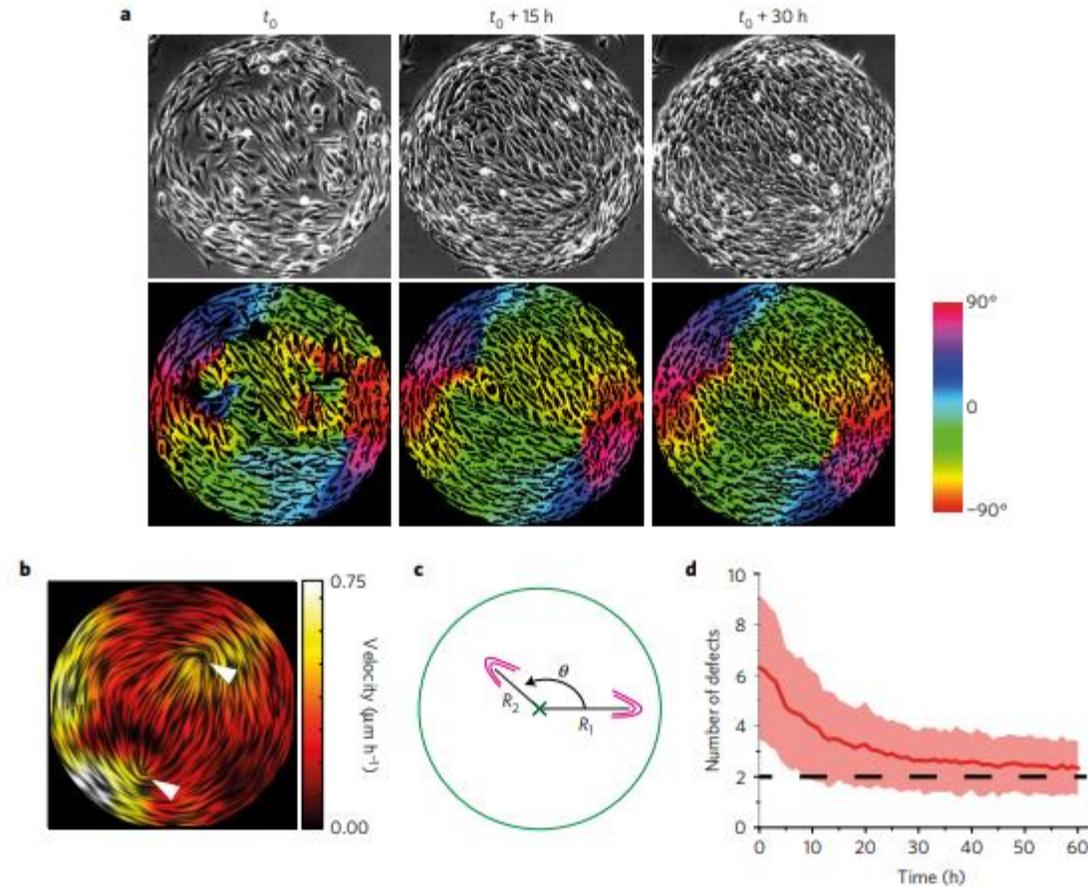


FIG. 44. — Path followed by a single Paramecium in a drop of acid.

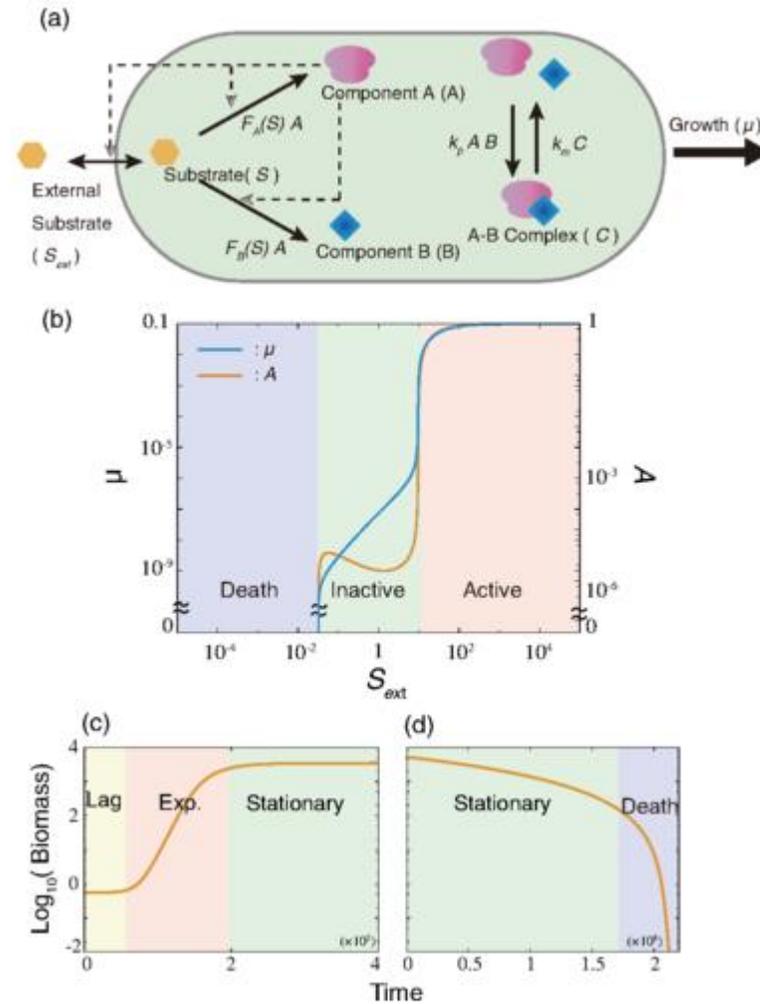
heng.lu@espci.fr



Duclos et al, Nature Physics 2017

Saw et al, Nature 2017

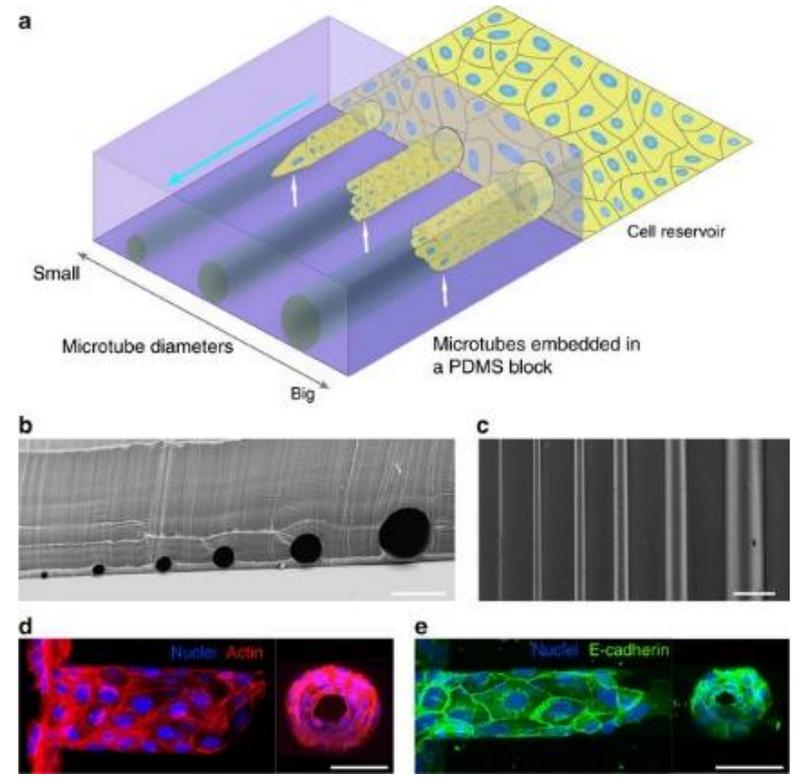
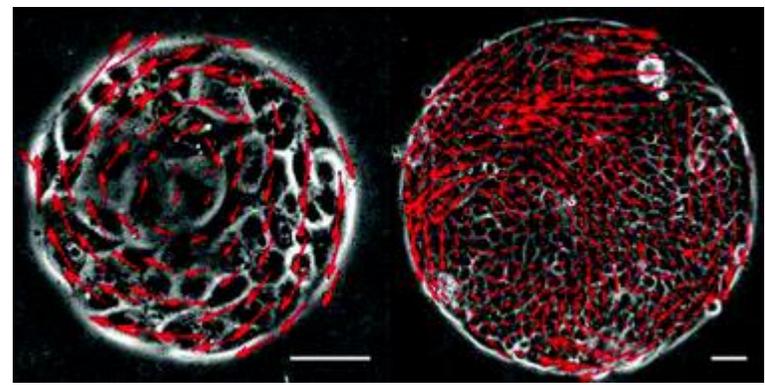
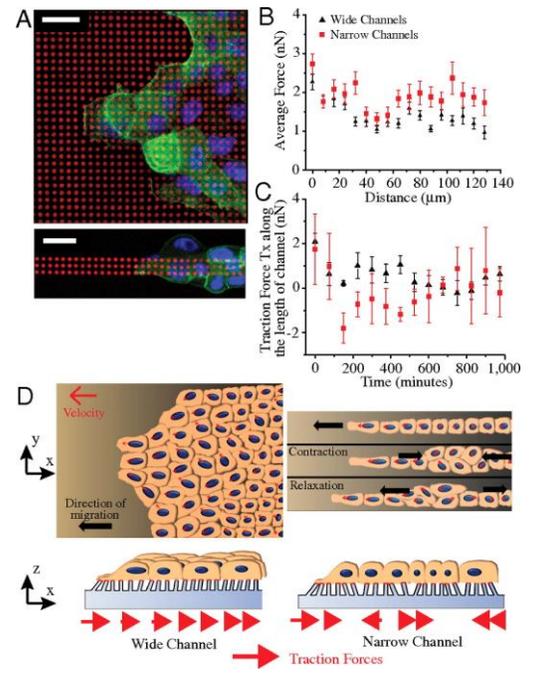
heng.lu@espci.fr



Himeoka and Kaneko, Physical Review X 2017

Sujet 32 : Migration collective des cellules

Les épithéliums ont des capacités de réparation étonnante, basées sur la migration collective des cellules.
 Quelles sont les lois qui régissent ce mouvement collectif? **Peut-on modifier ces propriétés par ingénierie pour améliorer la réparation tissulaire?**



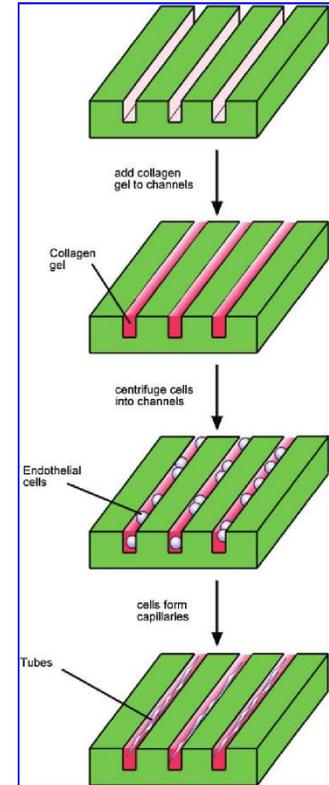
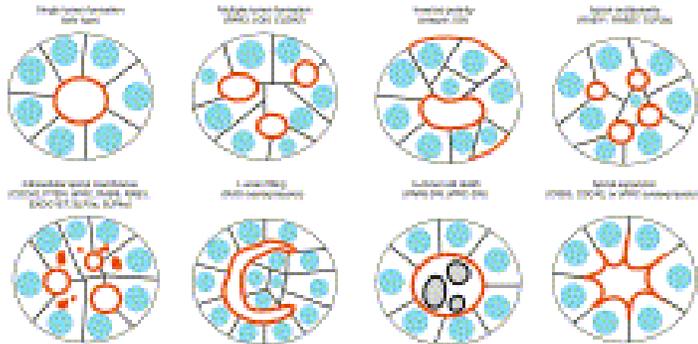
Kevin Doxzen, et al. Guidance of collective cell migration by substrate geometry Integrative biology, 8, 2013

Sri Ram Krishna Vedula, et al., Emerging modes of collective cell migration induced by geometrical constraints PNAS, 2012. 109 (32) 12974-12977

Sujet 33 : Comment induire la tubulogenèse en ingénierie tissulaire?

Les cellules sont capables de s'auto-organiser en fonction de leurs caractéristiques de différenciation. Cette auto-organisation dépend de la géométrie et de la mécanique du micro-environnement qui leur est fourni. Ceci permet d'envisager de reproduire des événements de morphogenèse des tissus en modelant par ingénierie le micro-environnement des cellules. Un des challenges dans ce domaine reste la tubulogenèse, qui permettrait la construction bio-mimétique des vaisseaux par exemple.

Voulez-vous participer à l'aventure?



Jérémie Laurent, et al. Convergence of microengineering and cellular self-organization towards functional tissue manufacturing. Nature Biomedical Engineering volume 1, pages939–956 (2017)

Srivatsan Raghavan, et al. Geometrically controlled endothelial tubulogenesis in micropatterned gels. Tissue engineering. Part A 2010

Sujet 34 : Orbeez, billes d'eau solides



Jouet Orbeez : billes d'hydrogels qui se gonflent dans l'eau

Comment ça marche ?

Quels sont les mécanismes à l'échelle moléculaire ?

Quels polymères synthétiques ?

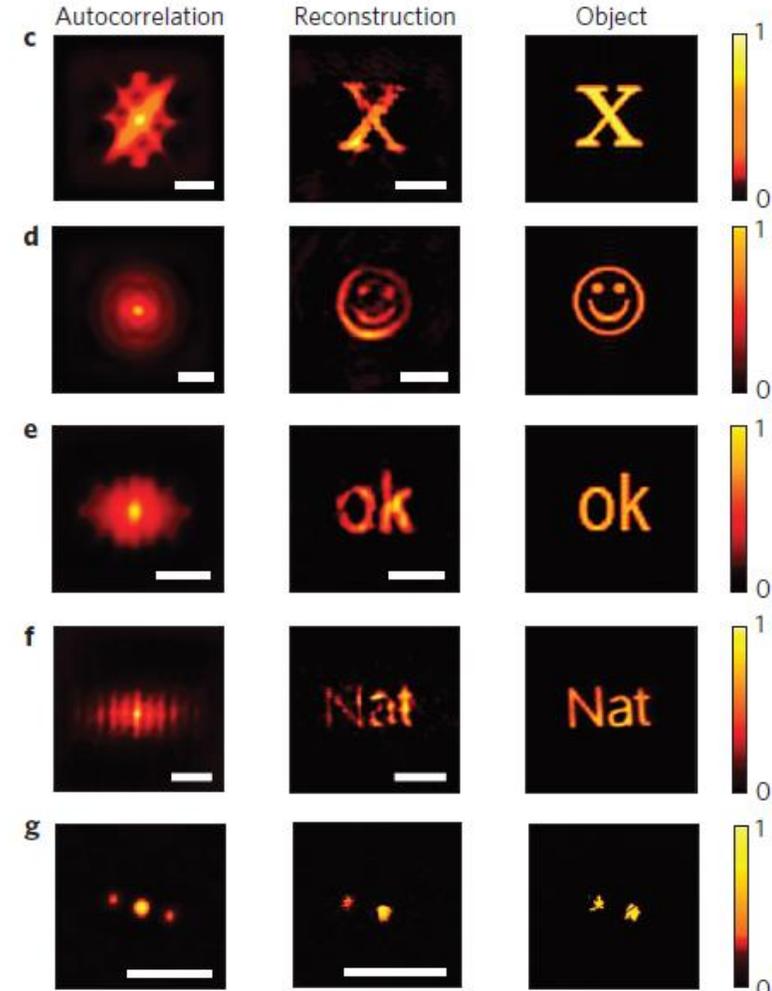
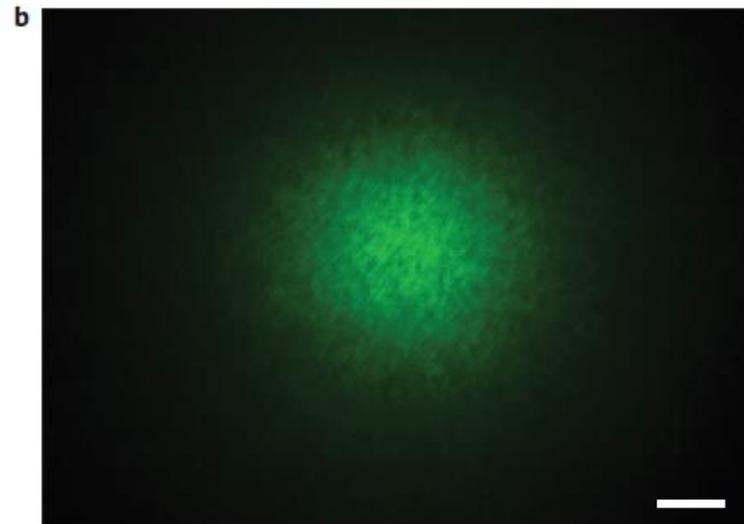
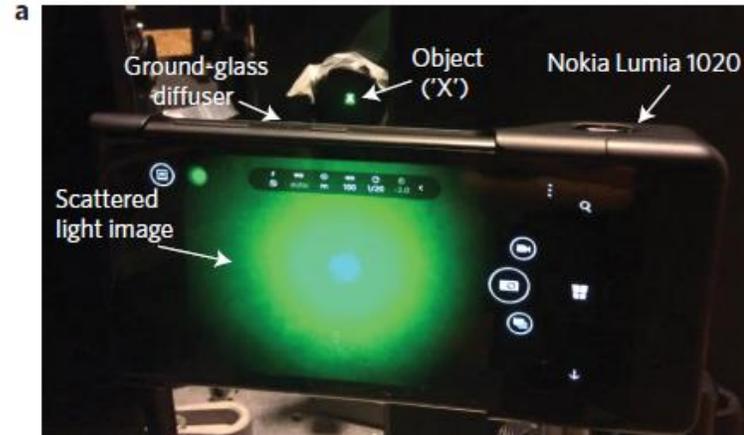
Quelle chimie pour ajuster leurs propriétés (gonflement, élasticité, fracture) ?

Sujet 35 : Effet « Superman » : voir au travers d'objets diffusants



Le but est de concevoir un système optique permettant de voir au travers de milieux diffusants

Contact: emmanuel.fort@espci.fr



Contact: emmanuel.fort@espci.fr

Sujet 36 : Disque d'Euler

Le but est d'étudier le disque d'Euler en montant des expériences permettant de comprendre l'origine encore débattue du temps mis pour le disque mis en rotation pour s'arrêter

