

Sujets de stage et de mémoire

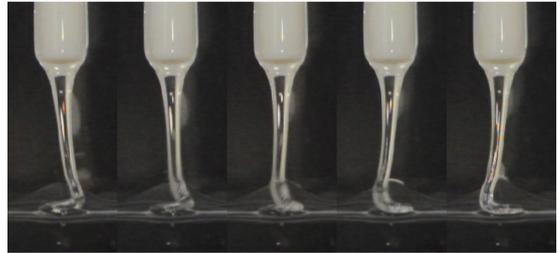
2022-2023 InFluX, Pascal Damman

Les différents sujets proposés sont tous dans la thématique “systèmes complexes” et seront réalisés sous la supervision conjointe d’un des doctorants du service et de Pascal Damman. Ces brefs descriptifs sont volontairement simplifiés, les étudiants intéressés sont donc encouragés à nous contacter pour obtenir des informations plus complètes.

Email : pascal.damman@umons.ac.be

1. Coiling, enroulement visco-élastique de fluide

Une expérience très simple que vous pouvez réaliser avec du miel! Un mince filament de fluide visqueux tombant sur une surface s’enroule spontanément pour former une succession de spires.



Cet effet peut facilement être supprimé en laissant le fluide s’écouler le long d’une tige rigide qui empêche toute déformation. Que se passe-t-il quand on laisse le fluide s’écouler le long d’une fine tige flexible ?

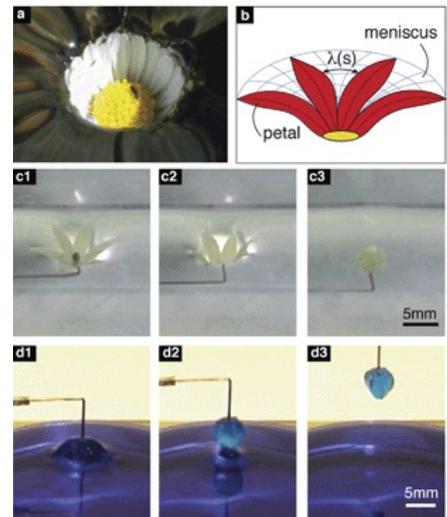
Lors de ce travail, nous réaliserons une étude expérimentale de ce processus en jouant sur la viscosité du fluide, le débit et les propriétés élastiques de la tige. Une attention particulière sera apportée à la transition entre le régime stable “rigide” et le régime oscillant.

2. Grabbing Water, Capture de fluide par une feuille élastique

Capter de petites quantités de fluide est un processus plus complexe qu’il n’y paraît. On peut utiliser un entrainement visqueux en plongeant une tige dans un fluide et en le retirant rapidement. Pour les fluides très peu visqueux, cette méthode est inadaptée. Un design basé sur la pipette élasto-capillaire a été proposé.

Nous proposons ici de réaliser la capture de fluides non-visqueux par une méthode beaucoup plus simple. En déposant une feuille élastique flexible à la surface d’un liquide, le simple fait de retirer cette feuille provoque l’encapsulation de liquide dans un tube formé par le repliement de la feuille.

Lors de ce travail, nous tenterons de comprendre l’origine de cet effet basé sur la flexibilité de la feuille et les forces capillaires et comment le contrôler. Une approche expérimentale basée sur l’analyse d’un système modèle sera privilégiée.



3. Organelles et séparation de phase

Pour organiser leur métabolisme les cellules réalisent une compartimentalisation de leur cytosol. Cette organisation permet de séparer certains constituants moléculaires soit pour amplifier ou inhiber des réactions biochimiques. Différents travaux ont montré que ces compartiments appelés organelles ne possèdent pas de membrane mais correspondent plutôt à des “gouttes” de liquide.

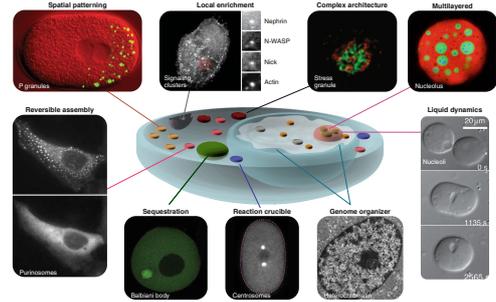


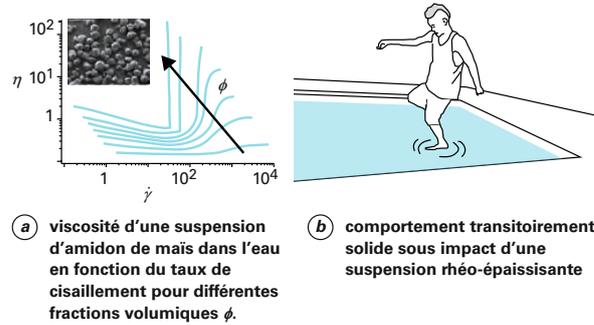
Fig. 11 Diversity of condensate forms and functions in living cells. Condensates within living cells have unique features that directly inform their function. Images adapted with permission from AAAS¹⁰¹, Elsevier¹⁰², PNAS¹⁰³, Matsuji et al.¹⁰⁴ and H. Jastrow¹⁰⁵.

La formation de ces organelles reste encore très largement discutée. Certains chercheurs évoquent une simple séparation de phase du type huile-eau, d’autres des effets de séparation induits par la polymérisation/dépolymérisation de protéines, ou encore une séparation active réalisée par des moteurs moléculaires.

Dans le sujet proposé, c’est cette dernière piste que nous allons investiguer. Nous regarderons si des mélanges de particules passives Browniennes et de particules actives motorisées se séparent spontanément et sur base de quels critères.

4. Marcher sur l’eau, Rheo-épaississement dans les suspensions

Les propriétés d’écoulement des suspensions sont particulièrement étonnante. Une suspension de maizena ou de fécule de pomme de terre (constituée de particules rigides d’amidon de 50 μm) peut apparaître totalement fluide ou solide suivant la sollicitation appliquée.



Récemment, un nouveau mécanisme a été proposé pour expliquer ce comportement. Pour des fractions volumique en particules suffisamment élevées, on observerait une transition frictionnelle. Pour de faibles taux de cisaillement, les grains sont séparés les uns des autres, la suspension est fluide. Pour de fort taux de cisaillement par contre, les grains se touchent et forment une structure rigide grâce à la friction.

Lors de ce travail, nous étudierons expérimentalement la transition frictionnelle pour des mélanges de maizena et de fécule. L’accès aux propriétés rhéologique se fera au travers du mouvement d’une bille à l’intérieur de la suspension.

5. Lampe à lave, Encapsulation de gouttes avec des bulles

(Nb. sur une proposition de Mary et Vincent)

Le mécanisme des lampas à lave est particulièrement complexe. il fait intervenir des mouvement de convection provoquant l'apparition de "panaches" ascendants entraîné par la poussée d'Archimède (mécanisme du diaphir). Lors du passage de l'interface entre les liquides immiscibles, ces panaches provoquent l'apparition de structures complexes.



Dans ce projet, nous étudierons un autre mécanisme d'encapsulation de gouttes basé là-aussi sur la poussée d'Archimède. L'accumulation d'une grande quantité de bulles à l'interface entre deux fluides immiscibles va spontanément provoquer l'apparition de gouttes par la déformation de la surface. Par une approche expérimentale, nous tenterons de proposer un modèle de ce processus en analysant l'influence des différents paramètres (nombre, taille des bulles, tension superficielle, différences de densité).