

Offre de stage :

production d'énergie par des gouttes microfluidiques électriquement chargées

Date : de 3 à 5 mois au semestre printemps/été 2023

Niveau : stage de master (1^{ère} ou 2^{ème} année, avec possibilité de thèse)

Encadrement : Corentin Trégouët corentin.tregouet@espci.fr
Nicolas Bremond nicolas.bremond@espci.fr
Annie Colin annie.colin@espci.fr
Daniel Bonn d.bonn@uva.nl

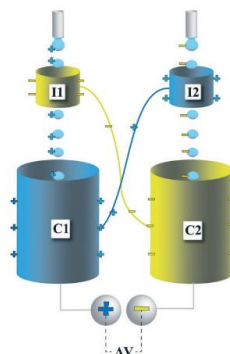
Environnement : Laboratoire Chimie Biologie Innovation à l'ESPCI-Paris et l'Institut Pierre-Gilles de Gennes pour la microfluidique

Thématique : physique expérimentale, mécanique des fluides à bas Reynolds, physico-chimie de surface.

La fabrication de gouttelettes suffisamment fines pour être transportées dans l'air est un enjeu dans de nombreux domaines, en particulier pour la santé, et les sprays classiques génèrent des gouttes bien trop grosses pour un grand nombre d'applications. Pour obtenir des tailles bien définies de l'ordre du micromètre, une solution est de déstabiliser un micro-jet et d'appliquer des forces électrostatiques répulsives entre les gouttelettes.

Une grande partie des solides plongés dans l'eau présente une charge de surface. Par conséquent l'eau au contact du solide adopte une charge opposée sur une très faible épaisseur : la couche de Debye. La mise en écoulement de cette couche de Debye chargée conduit à des effets très importants comme la diffusio-osmose ou la diffusio-phorèse. Ces effets peuvent être utilisés pour la production d'énergie renouvelable (l'Énergie Bleue) grâce à des membranes échangeuses d'ions. En utilisant cette couche chargée pour former de petites gouttes, il est possible de déplacer et isoler des charges et ainsi générer des forces répulsives, mais aussi de grandes différences de potentiel menant à la création d'arcs électriques, de manière similaire aux gouttes de Kelvin.

L'objet du stage est de mettre en place des expériences contrôlées en microfluidique pour établir clairement le mécanisme microscopique de transfert de charges menant au chargement de ces gouttes. Un des paramètres d'intérêt sera l'influence des propriétés de surface et en volume du solide au contact de l'eau. Dans un second temps, il s'agira d'évaluer expérimentalement le potentiel applicatif d'un tel procédé, pour l'énergie et/ou la santé.



Dispositif classique des gouttes de Kelvin.
(Marín, Á. G. et al. (2013) *Lab on a Chip*, 13(23))

Master thesis:
energy production by microfluidic droplets carrying electric charges

Date: spring semester 2023

Level: master thesis

Supervision: Corentin Trégouët corentin.tregouet@espci.fr
Nicolas Bremond nicolas.bremond@espci.fr
Annie Colin annie.colin@espci.fr
Daniel Bonn d.bonn@uva.nl

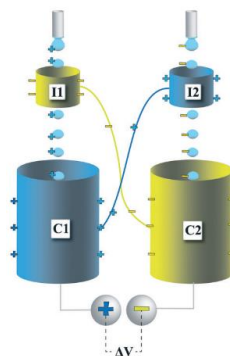
Environment: Laboratoire Chimie Biologie Innovation in ESPCI-Paris and Institut Pierre-Gilles de Gennes for microfluidics

Topic: experimental physics, low-Reynolds fluid mechanics, surface chemical physics.

Creating droplets small enough to be carried in the air is a challenge of prime importance in various domains, especially for health. Classical sprays create droplets that are too large for a large variety of applications. To ensure well-defined micrometric sizes, a solution consists in destabilizing a micro-jet and apply electrostatic repulsive forces between droplets.

Most of solids immersed in water show a surface charge. Consequently, water at the solid surface has the opposite charge on a very thin layer: the Debye layer. Under flow, this layer induces fascinating effects such as diffusio-osmosis and diffusio-phoresis. These phenomena can be used to produce renewable energy (Blue Energy) with ion-exchange membranes. Using this thin charged layer to produce droplets, it is possible to move and isolate charges, creating repulsive forces, but also large electric fields leading to electric arcs, similarly to the Kelvin dropper.

The object of the work is to set up controlled microfluidic experiments to clearly establish the microscopic mechanism of charge transfer to the droplets. One the parameters of interest will be the influence of the surface and volume properties of the immersed solid. In a second step, the goal will be to establish the potential of this process for different applications for energy and/or for health.



Classical setup of Kelvin dropper.
(Marín, Á. G. et al. (2013) *Lab on a Chip*, 13(23))