

Offre de stage :

Osmose et nanofluidique pour l'Énergie Bleue aux surface conductrices

Date : de 3 à 6 mois au semestre de printemps 2023

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

Encadrement : Corentin Trégouët corentin.tregouet@espci.fr
Annie Colin annie.colin@espci.fr

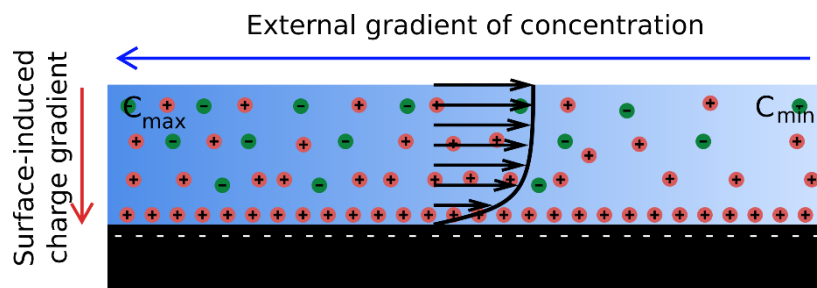
Environnement : équipe Matériaux Innovants pour l'Énergie (MIE) du groupe CBI à l'ESPCI-Paris et l'Institut Pierre-Gilles de Gennes pour la microfluidique. (www.mie.spip.espci.fr)

Thématique : physique expérimentale, mécanique des fluides, physico-chimie.

L'osmose est le phénomène responsable des transferts spontanés de liquides à travers des membranes séparant des volumes d'eau de concentrations différentes en sel. Dans certaines conditions, ces phénomènes permettent de générer des courants électriques entre un réservoir d'eau salée et un réservoir d'eau douce. Basée sur ce principe, la production d'énergie électrique là où l'eau douce des fleuves rencontre l'eau salée des océans est ce qu'on appelle l'Énergie Bleue. Cependant, on observe un écart très important, et toujours inexplicé entre les résultats prometteurs sur les nanopores uniques, et les puissances maximums obtenues sur des membranes nanoporeuses.

En conséquence, avant de parvenir à récupérer cette énergie de manière efficace, il est nécessaire de finement comprendre les écoulements dans les nanopores des membranes. En particulier, les effets à l'entrée et à la sortie des nanopores mettent en jeu des couplages complexes entre concentration ionique, champs électrique, forces électrostatiques, pression et écoulements, décrits par les équations d'advection-diffusion, de Navier-Stokes, de Boltzmann, et de Poisson.

L'objet du stage est d'explorer les phénomènes de diffusio-osmose aux surfaces métalliques. Cela passera par l'analyse de trajectoires de colloïdes métalliques soumis à de la diffusio-phorèse, et à l'étude du champ de concentration proche des surfaces conductrices. Au besoin, cette approche expérimentale sera complétée par des simulations en éléments finis.



Écoulement induit à la surface chargée d'un solide immergé. L'écoulement de diffusio-osmose résulte du couplage entre le gradient de charge nanométrique vertical (fleche rouge), et le gradient de concentration en sel horizontal, qui lui s'étend sur des centaines de nanomètres. (flèche bleue).

Internship:

Osmosis and nanofluidics for Blue Energy at conductive surfaces

Date: from 3 to 6 months in spring 2023

Level: master 1st or 2nd year

Supervision: Corentin Trégouët corentin.tregouet@espci.fr
Annie Colin annie.colin@espci.fr

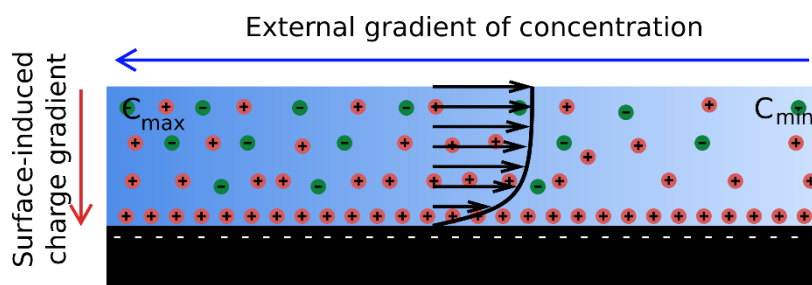
Environment: team Innovative Materials for Energy (MIE) in the group CBI in ESPCI-Paris, within the Institut Pierre-Gilles de Gennes pour la microfluidique. (www.mie.spip.espci.fr)

Field: experimental physics, fluid mechanics, chemical physics.

Osmosis is the phenomenon responsible for spontaneous liquid transfers through porous membranes separating water reservoirs with different salinities. In specific conditions, these phenomena enable the generation of electrical currents between two reservoirs of brine and fresh water. Based on this principle, the production of electricity where sea water meets fresh water from the river: this is called the Blue Energy. However, there is a huge and yet unexplained discrepancy between the promising results based on single nanopores, and the maximum power that can actually be harvested with nanoporous membranes.

Consequently, before being able to harvest efficiently this energy, it is necessary to finely understand the flows occurring in the membrane nanopores. More specifically, complex effects at the entrance and the exit of nanopores result from couplings between ion concentrations, electric fields, electrostatic forces, pressure and flow, described by the advection-diffusion equation, Navier-Stokes, Boltzmann, and Poisson equations.

The aim of the internship is to explore the diffusio-osmotic and diffusio-phoretic phenomena at conductive surfaces. To do so, the experiments will consist in tracking metallic colloids in a salt gradient, and mapping salt concentration profiles near conductive surfaces. If needed, the experimental results will be complemented by finite element simulations to bring a better understanding of the phenomena.



Flow generated at the charged surface of a solid by the interaction between the vertical nanometer-scale gradient of volume charge (red arrow), and the horizontal gradient of salt concentration spanning on hundreds of nanometers (blue arrow).