



PhD position

Towards new energy technologies: electromechanical couplings in nanoconfined electrolytes

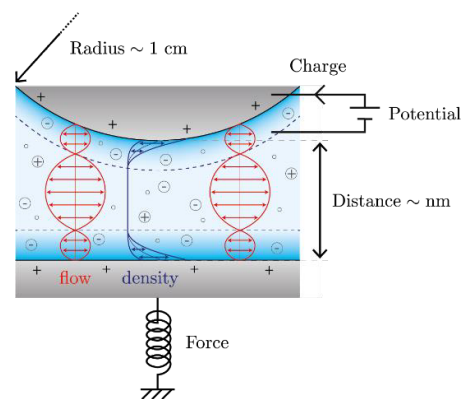
Laboratory:	Laboratoire Interdisciplinaire de Physique, Grenoble, France
Team:	Soft Matter: Organization, Dynamics and Interfaces
Supervisors:	Romain Lhermerout (romain.lhermerout@univ-grenoble-alpes.fr) Benjamin Cross Elisabeth Charlaix
Contract:	3 years, funding already secured
Start date:	Fall 2023

Electrolytes have a major role to play in the energy transition, not only for storage (supercapacitors, batteries, fuel cells) but also for harvesting (osmotic energy). In order to develop technologies with boosted performances, it is necessary to reach a **fundamental understanding of the physics of electrolytes under nanoconfinement** (in nanoporous electrodes or membranes). Two physical phenomena are absolutely central in these applications: the accumulation of counter-ions on charged surfaces (electrical double layer), and the generation of hydrodynamic, electric or ionic fluxes by pressure, potential or concentration gradients (electrokinetic couplings).

Existing theoretical models, based on a continuous description of matter and on a mean-field treatment of electrostatic interactions, **have never been examined experimentally**. Indeed, most studies have so far focused either on equilibrium properties (electrostatic interactions), or transport properties (electro-osmosis, conductivity, etc.), leading to inconsistent interpretations [1].

The experimental approach that we propose consists in confining the electrolyte at the nanometric scale between two macroscopic and conductive surfaces, and in **combining mechanical** (interaction force) **and electrical** (capacitance) **measurements**. This approach will ensure (i) a model geometry of confinement, and (ii) simultaneous measurements of the equilibrium and coupled transport properties.

We have developed in the team a dynamic surface force apparatus [2] and very recently an electrical bench, allowing to carry out the desired mechanical and electrical measurements. **The main objective -and challenge- of this thesis will be to combine in a unique way these two techniques, in order to probe the electromechanical couplings in nanoconfined electrolytes.**



[1] R. Hartkamp, A.-L. Biance, L. Fub, J.-F. Dufrêche, O. Bonhomme and L. Joly, *Measuring surface charge: Why experimental characterization and molecular modeling should be coupled*, **Curr. Opin. Colloid Interface Sci.** 37, 101-114 (2018)

[2] L. Garcia, C. Barraud, C. Picard, J. Giraud, E. Charlaix, and B. Cross, *A micro-nano-rheometer for the mechanics of soft matter at interfaces*, **Rev. Sci. Instrum.** 87, 113906 (2016)

Expected profile:

The candidate must be **motivated by innovative experimental work, with a strong taste for instrumentation development**, and a background in at least one of the following domains: (soft matter) physics, (fluid) mechanics, electronics, electrochemistry, physical chemistry or material science.

Application:

Interested candidates should send their application to romain.lhermerout@univ-grenoble-alpes.fr, including:

- cover letter
- CV
- transcripts from the 1st and 2nd year of the Master's program
- one or two letters of recommendation.



Offre de thèse

Vers de nouvelles technologies de l'énergie : couplages électromécaniques dans les électrolytes nanoconfinés

Laboratoire :	Laboratoire Interdisciplinaire de Physique, Grenoble, France
Equipe :	Matière molle : Organisation, Dynamique et Interfaces
Encadrants :	Romain Lhermerout (romain.lhermerout@univ-grenoble-alpes.fr) Benjamin Cross Elisabeth Charlaix
Contrat :	3 ans, financement déjà acquis
Date de début :	Automne 2023

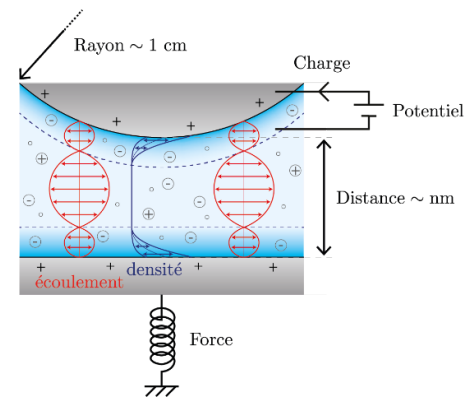
Les électrolytes ont un rôle majeur à jouer dans la transition énergétique, non seulement pour le stockage (supercondensateurs, batteries, piles à combustible) mais aussi pour la récolte (énergie osmotique). Afin de développer des technologies aux performances accrues, il est nécessaire de parvenir à une **compréhension fondamentale de la physique des électrolytes sous nanoconfinement** (dans des électrodes ou membranes nanoporeuses). Deux phénomènes physiques sont absolument centraux dans ces applications : l'accumulation de contre-ions sur des surfaces chargées (double couche électrique) et la génération de flux hydrodynamique, électrique ou ionique par des gradients de pression, de potentiel ou de concentration (couplages électrocinétiques).

Les modèles théoriques existants, basés sur une description continue de la matière et un traitement en champ moyen des interactions électrostatiques, **n'ont jamais été examinés expérimentalement**. En effet, la plupart des études se sont jusqu'alors concentrées soit sur les propriétés d'équilibre (interactions électrostatiques), soit sur les propriétés de transport (électro-osmose, conductivité, etc.), ce qui a donné lieu à des interprétations incohérentes [1].

L'approche expérimentale que nous proposons consiste à confiner l'électrolyte à l'échelle nanométrique entre deux surfaces macroscopiques et conductrices, et à **combiner mesures mécaniques (force d'interaction) et électriques (capacité)**. Cette approche assurera (i) une géométrie modèle de confinement, et (ii) des mesures simultanées des propriétés d'équilibre et de transport couplé.

Nous avons développé dans l'équipe un appareil de force de surface dynamique [2] et très récemment un banc de mesure électrique, permettant de réaliser les mesures mécaniques et électriques souhaitées.

L'objectif principal-et le défi- de cette thèse sera de combiner de manière unique ces deux techniques, afin de sonder les couplages électromécaniques dans les électrolytes nanoconfinés.



[1] R. Hartkamp, A.-L. Biance, L. Fub, J.-F. Dufrêche, O. Bonhomme and L. Joly, *Measuring surface charge: Why experimental characterization and molecular modeling should be coupled*, **Curr. Opin. Colloid Interface Sci.** 37, 101-114 (2018)

[2] L. Garcia, C. Barraud, C. Picard, J. Giraud, E. Charlaix, and B. Cross, *A micro-nano-rheometer for the mechanics of soft matter at interfaces*, **Rev. Sci. Instrum.** 87, 113906 (2016)

Profil attendu :

Le candidat doit être **motivé par un travail expérimental innovant, avec un goût prononcé pour le développement instrumental**, et une expérience dans au moins l'un des domaines suivants : physique (de la matière molle), mécanique (des fluides), électronique, électrochimie, physico-chimie ou science des matériaux.

Candidature:

Les candidats intéressés doivent envoyer leur candidature à romain.lhermerout@univ-grenoble-alpes.fr, incluant :

- lettre de motivation
- CV
- relevés de notes des 1ère et 2ème années de Master
- une ou deux lettres de recommandation.