

Unité de recherche (nom, label, équipe interne): Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée (LCMCP)/ UMR 7574 / Equipe SMiLES (Spectroscopie, Modélisation, Interfaces pour L'Environnement et la Santé)

Adresse : Case 174, 4 place Jussieu, 75252 PARIS Cedex 05

Directeur de l'Unité : Florence BABONNEAU

Etablissement de rattachement : Sorbonne Université

Nom du directeur de thèse (HDR), téléphone et courriel : Cédric LORTHIOIR (CR1), 01 44 27 71 43, cedric.lorthioir@sorbonne-universite.fr

Nombre de doctorants actuellement encadrés et années de fin de thèse : 0

Co-encadrant éventuel : Flavien GUENNEAU (MCF)

Thème* (A,B,C,D,E) : A

Exploration par RMN des propriétés de transport de protons dans des membranes hybrides nanostructurées multi-échelles

Les membranes hybrides organiques-inorganiques à base de silice fonctionnalisée sont des matériaux alternatifs au Nafion, membrane de référence dans les piles à combustible basse température (PEMFC). Dans ces membranes, les propriétés de conduction sont décorréliées des propriétés mécaniques, ce qui en fait leur originalité.

La RMN est bien adaptée à la caractérisation des propriétés de transport de ces membranes hybrides nanostructurées multi-échelles. Les travaux récents^[1] montrent qu'au moins deux échelles d'organisation sont directement accessibles grâce à l'étude de la dynamique de l'eau dans la matrice.

En observant les processus de relaxation de l'aimantation RMN (relaxométrie), il est possible de remonter à la dynamique à temps courts ($10 \text{ ps} < \tau < 1 \text{ ms}$) et à la diffusion d'espèces à une échelle très locale^[2]. A l'échelle macroscopique, la RMN à gradients de champ pulsés (PFG) permet de suivre la diffusion à longue échelle de distance et de temps ($1 \text{ ms} < \tau < 1 \text{ s}$). L'intervalle mésoscopique [$1 \text{ nm} - 1 \mu\text{m}$] couvert par la relaxométrie à champ cyclé correspond à l'échelle du confinement des espèces mobiles dans la matrice. Les propriétés de diffusion translationnelle accessibles par RMN-PFG sont à l'échelle micrométrique et donc caractéristiques de la connectivité du réseau de transport.

Depuis quelques années, un axe fort est justement développé au sein de l'équipe SMiLES du LCMCP autour de l'utilisation, en RMN, de gradients de champs pulsés pour la caractérisation de matériaux poreux présentant différentes échelles de porosité^[3]. La plateforme DYNAMAT, soutenue par la région et gérée par le LCMCP, dispose d'équipements uniques pour les mesures de RMN-PFG (forts gradients, combinaison avec la rotation à l'angle magique de l'échantillon, ...). Cette thèse s'appuiera également sur la plateforme technique RELAXOME, également implantée à Jussieu, qui est à la pointe dans le domaine de la relaxométrie.

L'accès à ces équipements permettra d'assurer une description fine de la dynamique de l'eau dans les membranes hybrides synthétisées au laboratoire par l'équipe Matériaux Hybrides et Nanomatériaux (MHN), et ainsi de relier les effets de la structure à la dynamique des porteurs de charges.

Connaissances et compétences requises :

Le(la) candidat(e) devra être titulaire d'un diplôme de master en chimie. Des connaissances en résonance magnétique nucléaire seront un avantage.

[1] Santos, L. D., Maréchal, M., Guillermo, A., Lyonard, S., Moldovan, S., Ersen, O., Sel, O., Perrot, H. and Laberty-Robert, C., *Adv. Funct. Mater.*, **2016**, 26, 594–604. doi:10.1002/adfm.201504076

[2] Price, W. S., *Concepts in Magnetic Resonance*, **1998**, 10, 197–237

[3] Galarneau, A., Guenneau, F., Gédéon, A., Méreïb, D., Rodriguez, J., Fajula, F., Coasne, B., *J. Phys. Chem C*, **2016**, 120 (3), 1562–1569. doi: 10.1021/acs.jpcc.5b10129