



Institut de Physique de Rennes

<https://ipr.univ-rennes.fr>

Bâtiment 11E, Université de Rennes  
263 av. Général Leclerc  
35042 Rennes cedex France

T. +33 2 23 23 69 84  
F. +33 2 23 23 67 17  
UMR 6251

## Sujet de thèse :

# « Les Solvants Eutectiques Profonds : Propriétés Induites par Confinement Nanométrique »

CNRS - Université de Rennes - France

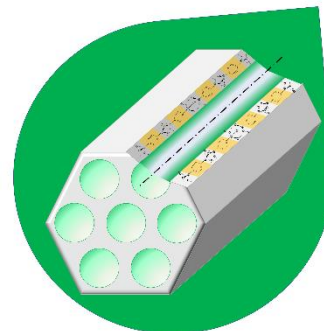
**Spécialités :** Physique, Chimie-Physique, Science des matériaux  
**Mots clés :** Nouveaux solvants, Chimie durable, Physique des liquides, Confinement nanoporeux  
**Lieu :** Institut de Physique de Rennes, CNRS, Université de Rennes, France  
**Ecole doctorale :** S3M Sciences de la Matière, des Molécules et Matériaux  
**Financement :** Contrat doctoral ordinaire (CDO) de l'Université de Rennes

**Descriptif :** Actuellement, les solvants eutectiques profonds (DES pour **Deep Eutectic Solvents**) font l'objet d'un intérêt considérable. Leurs propriétés fonctionnelles exceptionnelles font d'eux des alternatives prometteuses aux solvants organiques usuels pour des applications de chimie durable.

Comparés aux solvants conventionnels, la plupart des DES présentent des **propriétés physico-chimiques atypiques** comme des écarts marqués à l'idéalité, l'existence de nanodomains ou d'hétérogénéités dynamiques, qui sont liées à l'association spécifique de leurs constituants moléculaires et/ou ioniques par interactions électrostatiques et par liaison Hydrogène [1,2].

Pour plusieurs applications visées, les DES ne seront pas considérés comme des liquides en volume, mais à la **surface de solides** ou dans des **membranes et matériaux mésoporeux**. Des effets de confinement nanométrique et d'interfaces pourraient alors modifier profondément leur comportement.

Pour comprendre ces phénomènes, cette thèse étudiera l'évolution des propriétés physico-chimiques des DES lorsqu'ils sont introduits dans les **nanocanaux** de matrices mésoporeuses modèles. Leur diagramme de phase et leur stabilité seront étudiés par **calorimétrie** [3] et confrontés à des modèles **thermodynamiques** [4]. La formation d'entités supramoléculaires, d'homogénéité spatiale et les interactions DES-substrat seront étudiées par **spectroscopie vibrationnelle Raman**, **RMN** et **diffraction neutronique**. Enfin, les propriétés dynamiques (relaxation dipolaire, transport par diffusion et conduction ionique) seront étudiées par **diffusion quasiélastique de neutrons**, et **spectroscopie d'impédance et diélectrique** [5,6]. Ce projet permettra ainsi de mieux comprendre les propriétés fondamentales des DES aux échelles nanométriques qui est un enjeu d'intérêt central.



**Profil :** Nous recherchons un.e candidat.e enthousiaste, détenant un master de Physique, Chimie-Physique, Sciences des Matériaux ou équivalent. Des connaissances académiques ou une expérience préalable dans l'une ou l'autre des méthodes expérimentales indiquées dans le projet seraient appréciées, sans être indispensables.

**Conditions :** Contrat doctoral de l'université de Rennes de 3 ans débutant le 1 Octobre 2023. Salaire brut : 2044 €, revalorisé annuellement selon arrêté ministériel. Le projet sera hébergé à l'Institut de Physique de Rennes, unité mixte de recherche CNRS-Université. Dans le cadre de son projet, le/la doctorant.e sera formé.e à l'utilisation de l'ensemble des techniques expérimentales mises à disposition du projet, et bénéficiera d'une formation personnalisée complète à la recherche en laboratoire. Nous sommes engagés à promouvoir l'égalité des chances et la diversité dans les sciences.

**Candidatures :** Les candidatures adressées par e-mail, et ouvertes jusqu'au 1 juin 2023, comporteront un CV, une lettre de motivation soulignant les éléments en adéquation avec le projet, un descriptif court de stage de Master, les relevés de notes et les informations de contact de deux références.

**Contact :** Denis Morineau, Directeur de recherche CNRS, Département Matériaux et Nanoscience, Institut de Physique de Rennes  
[denis.morineau@univ-rennes1.fr](mailto:denis.morineau@univ-rennes1.fr)  
<https://perso.univ-rennes1.fr/denis.morineau/>

- [1] *Phase behavior of aqueous solutions of ethaline deep eutectic solvent* A. Jani, T. Sohier, D. Morineau *J. Mol. Liq.*, 304, 112701 (2020) <https://hal.science/hal-02498135>
- [2] *Do Deep Eutectic Solvents Form Uniform Mixtures Beyond Molecular Microheterogeneities?* L. Percevault, A. Jani, T. Sohier, L. Noirez, L. Paquin, F. Gauffre, D. Morineau *J. Phys. Chem. B*, 124 (41) 9126-9135 (2020) <https://hal.science/hal-02943072>
- [3] *Confining deep eutectic solvents in nanopores: insight into thermodynamics and chemical activity* B. Malfait, A. Jani, D. Morineau *J. Mol. Liq.*, 349, 118488 (2022) <https://hal.science/hal-03508811>
- [4] *Extension and Limits of Cryoscopy for Nanoconfined Solutions* B. Malfait, A. Pouessel, A. Jani, D. Morineau *J. Phys. Chem. Lett.*, 11 (14), 5763-5769 (2020) <https://hal.science/hal-02883916>
- [5] *On the Coupling between Ionic Conduction and Dipolar Relaxation in Deep Eutectic Solvents: Influence of Hydration and Glassy Dynamics* A. Jani, B. Malfait, D. Morineau *J. Chem. Phys.*, 154 (16)164508 (2021) <https://hal.science/hal-03181732>
- [6] *Dynamics of type V menthol-thymol deep eutectic solvents: Do they reveal non-ideality?* C. D'Hondt, D. Morineau *J. Mol. Liq.* 365, 120145 (2022) <https://hal.science/hal-03741421v2>