

MASTER DE CHIMIE DE SORBONNE UNIVERSITE

Proposition de stage 2025-26

Internship Proposal 2025-26

Parcours type(s) / Specialty(ies) :

Chimie des Matériaux / *Materials Chemistry*

Laboratoire d'accueil / Host Institution

Intitulés / *Name* : Sciences et Ingénierie de la Matière Molle (SIMM)

Adresse / *Address* : ESPCI, 10 rue Vauquelin 75005 Paris

Directeur / *Director (legal representative)* : Jean-Baptiste d'Espinose

Tél / *Tel* :

E-mail :

Equipe d'accueil / Hosting Team :

Adresse / *Address* : 10 rue Vauquelin 75005 Paris

Responsable équipe / *Team leader* : Théo Merland

Site Web / *Web site* : <https://www.simm.espci.fr/>

Responsable du stage (encadrant) / *Direct Supervisor* : Théo Merland, Léna Vincent

Fonction / *Position* : Enseignant-chercheur, doctorante

Tél / *Tel* :

E-mail : theo.merland@espci.fr, lena.vincent@espci.fr

Période de stage / *Internship period* * : 5 mois à compter de février 2026.

Il y aura possibilité de continuer en thèse (financement acquis) dans la continuité du stage.

Titre / Title

**Émulsions eau-dans-eau stabilisées par des micelles à cœur
coacervat complexe**

Projet scientifique du stage (1 à 2 pages) / Internship scientific Project (1 to 2 pages):

1. Contexte de l'étude / Background

Des émulsions eau-dans-eau (E/E) se forment lorsque des solutions aqueuses de deux polymères incompatibles sont mélangées, conduisant à deux phases riches en l'un ou l'autre polymère. Elles suscitent de plus en plus d'intérêt en raison de leur utilisation potentielle pour l'encapsulation ou la compartimentation, mais aussi pour l'alimentation. Cependant, contrairement aux émulsions huile/eau, l'interface entre les deux phases est grande (quelques nanomètres) et la tension interfaciale est très faible. Pour ces raisons, leur stabilisation est difficile car elle ne peut pas être réalisée par l'ajout de stabilisants moléculaires tels que les tensioactifs. L'effet Pickering, consistant en l'adsorption de particules à l'interface qui empêchent la coalescence, s'est avéré être le moyen le plus efficace de stabiliser les émulsions E/E.¹ Les particules doivent être suffisamment grosses pour s'adsorber à

* min. 5 mois, maximum 6 mois à partir du 26 janv 2026 / *min. 5 months and max. 6 months not earlier than January, 26th 2026.*

Fin des conventions de stage au plus tard le 15/07/2026 ou le 15/09/2026 et le 15 novembre 2026.

End of internship at the latest July 15th, 2026 or September. 15th, 2026 and November 15th, 2026.

l'interface et la stabilisation est améliorée lorsqu'elles présentent une affinité avec au moins une des deux phases.^{2,3}

Dans ce contexte, nous avons utilisé les micelles à cœur coacervat complexe (C3Ms) comme stabilisants d'émulsions E/E. Les C3Ms sont obtenues par co-assemblage de polyélectrolytes de charges opposées, formant un complexe correspondant à une phase coacervat nanoscopiquement confinée. Leur stabilité colloïdale est assurée par la fixation d'un bloc hydrophile neutre sur au moins un des deux polyélectrolytes pour former une couronne stabilisante autour du cœur constitué d'un coacervat complexe. La taille et la morphologie des C3Ms peuvent être ajustées par le rapport des unités neutres aux unités chargées dans le ou les copolymères diblocs, mais également par des paramètres tels que le pH, la concentration en sel ou la température.⁴

2. Description du projet / *Description of the project*

Dans ce projet, nous proposons d'utiliser ces particules hydrophiles comme stabilisants d'émulsions E/E. Des résultats récents obtenus au laboratoire ont montré l'efficacité de ces systèmes pour s'adsorber à l'interface E/E et stabiliser des émulsions à base de poly(oxyde d'éthylène) (POE) et de dextran (Figure 1).

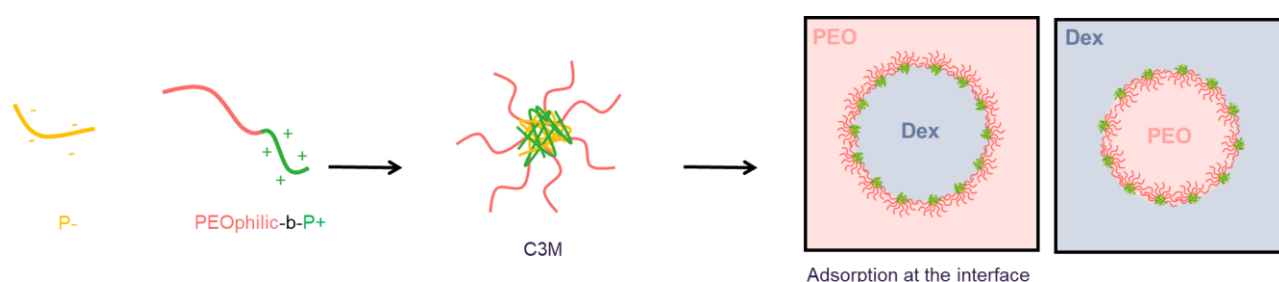


Figure 1 : Schématisation de la formation de C3Ms et leur adsorption à l'interface eau-eau.

Le stage proposé s'intéressera plus spécifiquement à l'impact de la composition chimique des copolymères utilisés pour former les C3Ms, notamment la longueur du bloc neutre, sur la taille et la morphologie de ces co-assemblages, ainsi que leur capacité à stabiliser des émulsions E/E. La concentration en C3Ms sera variée ainsi que la concentration en sel. Les émulsions seront déstabilisées sur demande en ajoutant un excès de sel, qui désassemblera les C3Ms *in situ*.⁵

3. Techniques ou méthodes utilisées / *Specific techniques or methods*

- Préparation de C3Ms à partir de copolymères blocs de différentes longueurs
- Caractérisation par diffusion statique et dynamique de la lumière
- Étude de leur comportement en fonction de la force ionique et de la concentration
- Évaluation de la stabilité des émulsions E/E (observations macroscopiques, turbidimétrie)
- Analyse de la microstructure par microscopie confocale

4. Références / *References*

- (1) Balakrishnan, G.; Nicolai, T.; Benyahia, L.; Durand, D. Particles Trapped at the Droplet Interface in Water-in-Water Emulsions. *Langmuir* 2012, 28 (14), 5921–5926. <https://doi.org/10.1021/la204825f>.
- (2) Merland, T.; Waldmann, L.; Guignard, O.; Tetry, M.-C.; Wirocius, A.-L.; Lapeyre, V.; Garrigue, P.; Nicolai, T.; Benyahia, L.; Ravaine, V. Thermo-Induced Inversion of Water-in-Water Emulsion Stability by Bis-Hydrophilic Microgels. *J. Colloid Interface Sci.* 2022, 608, 1191–1201. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2021.10.074>.
- (3) Keal, L.; Colosqui, C. E.; Tromp, R. H.; Monteux, C. Colloidal Particle Adsorption at Water-Water Interfaces with Ultralow Interfacial Tension. *Phys. Rev. Lett.* 2018, 120 (20), 208003. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.120.208003>.
- (4) Voets, I. K.; de Keizer, A.; Cohen Stuart, M. A. Complex Coacervate Core Micelles. *Adv. Colloid Interface Sci.* 2009, 147–148, 300–318. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2008.09.012>.
- (5) Es Sayed, J.; Brummer, H.; Stuart, M. C. A.; Sanson, N.; Perrin, P.; Kamperman, M. Responsive Pickering Emulsions Stabilized by Frozen Complex Coacervate Core Micelles. *ACS Macro Lett.* 2022, 11 (1), 20–25. <https://doi.org/10.1021/acsmacrolett.1c00647>.