Proposition de stage de recherche Master 2 en physicochimie des nanomatériaux

Synthèse et caractérisation de particules de silice mésoporeuse fonctionnalisées en vue du traitement des MICI et étude de leur dégradabilité en milieu biologique

Contexte et objectifs

Les maladies inflammatoires chroniques de l'intestin (MICI) sont de plus en plus décrites comme associées à une défaillance du processus de résolution de l'inflammation. L'une des étapes essentielles de l'engagement de ce processus de résolution réside dans l'élimination des corps apoptotiques par les macrophages (efférocytose), favorisant ainsi la mise en place d'un microenvironnement pro-résolutif. Dans les MICI, le défaut de résolution semble être lié à un manque de recrutement et d'entrée en apoptose des neutrophiles, ce qui rend l'inflammation chronique puis pathologique. Une stratégie de guérison consiste à restaurer ce processus par une supplémentation locale en facteurs pro-résolutifs.

C'est dans cette optique qu'un stage de master 2 est proposé dans l'équipe Adsorption sur Solides Poreux (ASP) du département Interfaces au sein du Laboratoire ICB Dijon (UMR 6303, CNRS – UBE). Il s'inscrit dans le cadre d'un projet ANR, ASPIRIN, en collaboration avec des pharmaciens et des biologies de l'UMR Right 1098 et des chimistes organiciens du laboratoire UTINAM de Besançon. Ce projet a pour objectif de développer des particules à base de silice mésoporeuse qui serviront de « leurres apoptotiques » pour traiter les MICI.

Dans le cadre du stage, des particules de silice fluorescentes seront synthétisées en présence de tensio-actifs structurants qui serviront à générer une porosité dans la silice. Diverses formulations seront testées afin de contrôler la taille des particules, la taille des pores et la dégradation de ces particules. La cinétique de dégradation des particules sera ensuite évaluée en milieu biologique. En fonction des résultats, des tests *in vitro* sur des modèles 3D de tissus inflammés seront réalisés pour évaluer la réponse anti-inflammatoire liée à ces « leurres ».

Ce stage démarrera idéalement en Février 2027 et sera gratifié selon le taux légal en vigueur en 2027.

Profil du (de la) candidat(e) recherché(e)

Nous recherchons un(e) excellent(e) candidat(e) (universitaire ou d'école d'ingénieurs) avec une formation en chimie, chimie des matériaux ou nanosciences. De solides connaissances en chimie de synthèse et en physicochimie des systèmes dispersés sont attendues. Un intérêt pour les sciences biologiques serait également apprécié.

La synthèse et la caractérisation des particules représenteront une part importante du stage. Une bonne connaissance de la majorité des techniques suivantes au moins sur le plan théorique serait un plus : Diffusion Dynamique de la Lumière (DDL), Zétamétrie, Adsorption d'azote à 77 K, Analyse thermoGravimétrique (ATG), Spectroscopie IRTF, UV-Visible, Microscopie Electronique à Balayage (MEB) et en Transmission (MET).

Encadrement et contact

La personne recrutée sera sous l'encadrement de :

Kokou Donald Amouzou kokou.amouzou@u-bourgogne.fr

Dr Vinavadini Ramnarain vinavadini.ramnarain@u-bourgogne.fr

Dr Igor Bezverkhyy igor.bezverkhyy@u-bourgogne.fr

Pour postuler

Merci d'envoyer en un seul document : un CV + lettre de motivation + les adresses e-mail de deux enseignants ou chercheurs référents. **Date limite de dépôt : 20 Novembre 2026**.

Références

Croissant, J.G., Fatieiev, Y., Khashab, N.M., 2017. Degradability and Clearance of Silicon, Organosilica, Silsesquioxane, Silica Mixed Oxide, and Mesoporous Silica Nanoparticles. Adv. Mater. Deerfield Beach Fla 29. https://doi.org/10.1002/adma.201604634

Febriyanti, E., Suendo, V., Mukti, R.R., Prasetyo, A., Arifin, A.F., Akbar, M.A., Triwahyono, S., Marsih, I.N., Ismunandar, 2016. Further Insight into the Definite Morphology and Formation Mechanism of Mesoporous Silica KCC-1. Langmuir 32, 5802–5811. https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.6b00675

Hernando Abad, E., Bouyer, Florence, Bezverkhyy, I., Chassagnon, R., Geoffroy, N., Saviot, L., Bouyer, Frédéric, 2026. Ensuring colloidal stability of cisplatin-loaded mesoporous silica nanoparticles: from synthesis to cytotoxicity assays. Int. J. Pharm. 687, 126395. https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2025.126395

Liu, Y.-Q., Li, Z.-Z., Han, Y.-L., Wang, Q.-B., 2025. The role of efferocytosis in inflammatory bowel disease. Front. Immunol. 16. https://doi.org/10.3389/fimmu.2025.1524058

Varache, M., Bezverkhyy, I., Saviot, L., Bouyer, Florence, Baras, F., Bouyer, Frédéric, 2015. Optimization of MCM-41 type silica nanoparticles for biological applications: Control of size and absence of aggregation and cell cytotoxicity. J. Non-Cryst. Solids 408, 87–97. https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2014.10.020

Master 2 Research Internship Physicochemistry of Nanomaterials

Synthesis and characterization of functionalized mesoporous silica particles for the treatment of IBD and investigation of their degradability in biological media

Background and Objectives

Inflammatory bowel diseases (IBD) are increasingly recognized as being associated with impaired inflammation resolution. One of the key steps in initiating the resolution process is the engulfment of apoptotic cells by macrophages (efferocytosis), which promotes the establishment of a pro-resolving microenvironment. In IBD, defective inflammation resolution appears to be associated with impaired neutrophil recruitment and apoptosis, leading to persistent and ultimately pathological inflammation. One potential therapeutic strategy is to restore this process through the local administration of pro-resolving factors.

In this context, a master 2 internship is offered within the Adsorption on Porous Solids (ASP) research team, part of the Interfaces Department at Laboratoire ICB in Dijon (UMR 6303, CNRS – UBE). The internship is part of the ANR-funded ASPIRIN project, conducted in collaboration with pharmacists and biologists from UMR Right 1098 and organic chemists from the UTINAM laboratory in Besançon. The project aims to develop mesoporous silica-based particles that will act as « apoptotic surrogates » for the treatment of IBD.

During the internship, fluorescent silica particles will be synthesized using structure-directing surfactants to generate porosity within the silica matrix. Several formulations will be investigated to control particle size, pore size, and particle degradability. The degradation kinetics of the particles will then be assessed in biological media. Depending on the results obtained, *in vitro* experiments using 3D models of inflamed tissues will be conducted to evaluate the anti-inflammatory effects of these « surrogates ».

The internship is expected to start in February 2027. The internship stipend will comply with the statutory minimum rate in force in 2027.

Candidate Profile

We are seeking an outstanding candidate with a university or engineering-school background in chemistry, materials chemistry, or nanoscience. A strong foundation in synthetic chemistry and physicochemistry of dispersed systems is expected. An interest in biological sciences would also be appreciated.

The synthesis and characterization of the particles will constitute a major part of the internship. A sound theoretical understanding of most of the following techniques would be an asset: Dynamic Light Scattering (DLS), Zeta potential analysis, Nitrogen adsorption at 77 K, ThermoGravimetric analysis (TGA), Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), UV-visible spectroscopy, scanning electron microscopy (SEM) and transmission electron microscopy (TEM).

Supervision and Contact

The successful candidate will be supervised by:

Kokou Donald Amouzou kokou.amouzou@u-bourgogne.fr

Dr. Vinavadini Ramnarain vinavadini.ramnarain@u-bourgogne.fr

Dr. Igor Bezverkhyy igor.bezverkhyy@u-bourgogne.fr

Application Procedure

Applicants should submit a single document containing a CV + a cover letter + and the email addresses of two academic referees. **Deadline for applications: 20th November 2026**.

References

Croissant, J.G., Fatieiev, Y., Khashab, N.M., 2017. Degradability and Clearance of Silicon, Organosilica, Silsesquioxane, Silica Mixed Oxide, and Mesoporous Silica Nanoparticles. Adv. Mater. Deerfield Beach Fla 29. https://doi.org/10.1002/adma.201604634

Febriyanti, E., Suendo, V., Mukti, R.R., Prasetyo, A., Arifin, A.F., Akbar, M.A., Triwahyono, S., Marsih, I.N., Ismunandar, 2016. Further Insight into the Definite Morphology and Formation Mechanism of Mesoporous Silica KCC-1. Langmuir 32, 5802–5811. https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.6b00675

Hernando Abad, E., Bouyer, Florence, Bezverkhyy, I., Chassagnon, R., Geoffroy, N., Saviot, L., Bouyer, Frédéric, 2026. Ensuring colloidal stability of cisplatin-loaded mesoporous silica nanoparticles: from synthesis to cytotoxicity assays. Int. J. Pharm. 687, 126395. https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2025.126395

Liu, Y.-Q., Li, Z.-Z., Han, Y.-L., Wang, Q.-B., 2025. The role of efferocytosis in inflammatory bowel disease. Front. Immunol. 16. https://doi.org/10.3389/fimmu.2025.1524058

Varache, M., Bezverkhyy, I., Saviot, L., Bouyer, Florence, Baras, F., Bouyer, Frédéric, 2015. Optimization of MCM-41 type silica nanoparticles for biological applications: Control of size and absence of aggregation and cell cytotoxicity. J. Non-Cryst. Solids 408, 87–97. https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2014.10.020