

## AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE

**Monsieur Mikhail LAKTIONOV**

Candidat au Doctorat de Physique des polymères,  
de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour

Soutiendra publiquement sa thèse intitulée :  
*Interaction des nanocolloïdes avec des brosses polymères de différentes morphologies*

Dirigée par Monsieur OLEG BORISOV

le 18 décembre 2024 à 10h30

Lieu : Université de Pau et des pays de l'Adour Sciences et Technologies pour l'Énergie et l'Environnement Av. de  
l'Université 64000 Pau  
Salle : B03

### Composition du jury :

M. Oleg BORISOV, Directeur de recherche CNRS Université de Pau et des Pays de l'Adour		Directeur de thèse
Mme Friederike SCHMID, Professeur	Université Johannes-Gutenberg de Mayence	Rapporteuse
M. Alexey POLOTSKY, Professeur Assimilé	Institute of Macromolecular Compounds - IMC	Rapporteur
M. Christophe DICHARRY, Professeur des universités	Université de Pau et des Pays de l'Adour	Examineur
M. Patrick GUENOUN, Directeur de recherche	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives - CEA	Examineur
M. Ralf RICHTER, Professeur associé	University of Leeds	Examineur

**Mots-clés :** brosses polymères, auto-assemblage, champ auto-cohérent,

**Résumé :**

La recherche explore les interactions entre les particules de nanocolloïdes et les brosses polymères de morphologies variées, en mettant l'accent sur les phénomènes d'absorption et de transport. Les brosses polymères sont des chaînes de polymères greffées de manière dense à l'interface solide-liquide. Elles sont essentielles dans des applications telles que les systèmes de libération de médicaments, les membranes de filtration et les biosenseurs en raison de leur capacité à contrôler les interactions de surface et la perméabilité. Les brosses polymères jouent également un rôle significatif dans les systèmes biologiques, comme le glycocalyx dans les membranes cellulaires et le complexe du pore nucléaire. Nous avons appliqué des approches de théorie du champ auto-cohérent (SCF) pour simplifier les interactions complexes de type corps multiple entre les chaînes polymères et les molécules de solvant. Cela nous permet de calculer la pénalité d'énergie libre associée à l'insertion de particules. Le comportement conformationnel des brosses polymères affecte notablement le partage et la perméation sélective des membranes modifiées par des polymères vis-à-vis des colloïdes. Pour les brosses polymères non chargées dans les pores, à mesure que le rayon du pore diminue, l'épaisseur de la brosse augmente initialement en raison de la contrainte spatiale jusqu'à remplir complètement le pore. Cette relation entre la hauteur de la brosse et le rayon du pore est non monotone, culminant brusquement à un maximum. Les brosses polyelectrolytes montrent une tendance similaire, mais un canal ouvert subsiste au centre du pore même lorsqu'il se rétrécit, ce qui conduit à un maximum plus lisse et continu. En résumé, nos découvertes avancent la compréhension du comportement des colloïdes dans les systèmes de brosses polymères, fournissant des informations précieuses pour la conception de matériaux à sélectivité de perméation adaptée. Le transport des particules colloïdales à travers les brosses polymères planes a été analysé en utilisant l'équation de Smoluchowski, qui décrit la diffusion des nanocolloïdes sous l'influence d'un potentiel effectif défini par l'énergie libre d'insertion dépendante de la position et un coefficient de diffusion également dépendant de la position. Plus précisément, l'équation de Smoluchowski a été appliquée pour étudier la perm-sélectivité des structures de brosses polymères. Ces méthodes ont permis une analyse complète du comportement des brosses polymères, englobant l'absorption des particules, le partage et le transport dans diverses conditions, y compris la qualité du solvant, la densité de greffage, le degré de polymérisation, la topologie des chaînes et le rayon des pores. En général, les particules sont expulsées par la brosse polymère car la compression des chaînes polymères augmente la pénalité osmotique, générant une force répulsive qui pousse le colloïde hors de la brosse. Nous avons montré que les interactions adhésives ou l'énergie de ré-ionisation des particules polyampholytes dans les brosses polyelectrolytes peuvent surmonter l'expulsion osmotique. Cela entraîne l'absorption des particules dans la brosse et peut faciliter la perméation des colloïdes. Nous avons démontré comment les brosses polymères peuvent être sélectives en perméation selon l'affinité et la taille des particules colloïdales, et comment la force du solvant module cette perméation. Nous avons montré que les pores tapissés de brosses peuvent surpasser les pores nus en termes d'efficacité de transport. De plus, nous avons examiné l'absorption de nanoparticules ampholytiques par des brosses polyelectrolytes. Une adsorption sélective spontanée a été prédite même pour les nanocolloïdes polyampholytes interagissant avec des brosses polyelectrolytes de même charge, révélant des dynamiques uniques et une adsorption sélective accrue.