



## **Offre de stage au laboratoire Mécanique, Modélisation et Procédés Propres 4 à 6 mois à partir de septembre 2020**

Modélisation du procédé d'ultrafiltration pour le traitement d'effluents chargés  
en nanoparticules en vue de son optimisation multicritère

### **Présentation du laboratoire**

Le laboratoire Mécanique, Modélisation et Procédés Propres (M2P2) - UMR 7340 est rattaché à l'Université Aix-Marseille, à l'Institut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes du CNRS (INSIS) et à Centrale Marseille. Le laboratoire est membre de la Fédération Fabri de Peiresc, de la Fédération ECCOREV et de l'Institut de Mécanique et d'Ingénierie. Le laboratoire a une identité scientifique originale avec une recherche couvrant les domaines de la Mécanique des Fluides Numérique et du Génie des Procédés. Cette activité est menée au sein de six équipes localisées sur le Technopôle de Château-Gombert dans les locaux de Centrale Marseille et sur l'Europôle de l'Arbois à Aix en Provence. Les thématiques de recherche du M2P2 se concentrent sur les deux domaines principaux, la mécanique des fluides numérique et le génie des procédés avec la spécificité d'être le seul laboratoire en génie des procédés de la région.

Les activités en mécanique, portées par trois équipes (ITC, PROMETHEE et TONIC) sont basées sur l'analyse théorique et la simulation numérique de nombreux types d'écoulement et les activités en génie des procédés, portées par les trois autres de nos équipes (FSC, EPM et TED), sont orientées vers des développements expérimentaux prolongés par la modélisation et la simulation numérique des processus à différentes échelles.

Au sein des équipes Procédés Membranaires (EPM) et Traitement des Eaux et des Déchets (TED), un stage de niveau Master est à pourvoir.

### **Sujet de stage :**

Contexte : dans le cas de la filtration membranaire par ultrafiltration de suspensions colloïdales ou nanoparticules, la formation d'une couche de particules à la surface de la membrane, appelée gâteau, diminue les performances de filtration. Dans ce cas relativement simple, seul le colmatage de type gâteau est alors considéré. La filtration peut être réalisée en mode frontal (où 100% de l'effluent est filtré à travers la membrane) par exemple dans le domaine du traitement de l'eau ou en mode tangentiel (où seule une partie de l'effluent est filtré avec recirculation tangentielle de l'effluent) par exemple dans le domaine du traitement d'effluents industriels. La plupart des modèles utilisés à ce jour pour évaluer la croissance de ce gâteau et son impact sur les performances de filtration utilisent tout ou partie des hypothèses fortes suivantes :

- non prise en compte des effets de concentration dues à la filtration elle-même de la solution d'alimentation
- non prise en compte de la vitesse tangentielle dans le cas de la filtration tangentielle
- porosité de la couche du gâteau constante dans son épaisseur et indépendante de l'ensemble des conditions opératoires
- non prise en compte des effets de la couche de polarisation



Les modèles s'appliquent donc *in fine* pour des suspensions fortement diluées et des taux de concentration volumique faible. La résolution proposée dans ce cas par certains chercheurs est toutefois intéressante puisqu'elle propose une solution analytique.

**Objectif** : Obtenir une solution analytique du flux de filtration en fonction des conditions opératoires en vue d'une optimisation multicritère.

**Méthodologie** : Dans ce projet, obtenir une solution analytique fonction des conditions opératoires est notre objectif car elle peut être utilisée dans des simulations d'optimisation multicritères. Ces simulations permettraient d'optimiser les temps de filtration, les débits ou les pressions de filtration, les conditions de rétrolavage pour diminuer la consommation électrique et d'eau de lavage et ainsi augmenter l'efficacité globale du procédé de filtration. Dans ce travail préliminaire, nous souhaitons donc résoudre les équations de conservation appliquées à la filtration, initialement développée par certains chercheurs mais sans les hypothèses mentionnées ci-dessus. En particulier, il est important pour nous de faire apparaître la vitesse tangentielle et l'effet de cisaillement qu'elle implique dans le mode de formation du gâteau. Cette résolution doit s'appliquer aux deux modes frontal et tangentiel et aux deux cas de fonctionnement : à débit constant (souvent préféré à l'échelle industrielle) et à pression constante (souvent rencontré dans la littérature). Il est surtout important d'obtenir une forme analytique pour laquelle les paramètres à ajuster soient uniquement liés à la porosité du gâteau, cette porosité n'étant pas forcément considéré comme constante. Le modèle qui serait ainsi développé dans ce projet pourra être ajusté en s'appuyant sur des résultats expérimentaux de deux thèses en cours dans l'équipe EPM sur la filtration de nanoparticules bien caractérisées.

### **Conditions de travail et candidatures :**

#### Profil du stagiaire :

- niveau bac+4/bac+5 en mathématiques ou mécanique des fluides ou génie des procédés
- bonne maîtrise des outils mathématiques et de modélisation (Matlab par exemple)
- sensibilisation à l'ingénierie et/ou au génie des procédés
- bon niveau de lecture de l'anglais

#### Encadrements :

Le stagiaire sera particulièrement encadré par 3 enseignants-chercheurs du laboratoire :

Dr. Mathias Monnot (équipe EPM)

Dr. Jean-Henry Ferrasse (équipe TED)

Dr. Nelson Ibaseta (équipe TED)

Localisation : au choix du stagiaire sur le site de Château Gombert à Marseille ou sur le site de l'Arbois à Aix-en-Provence.

Durée du stage : 4 à 6 mois, à partir de septembre 2020

Montant de la gratification : 550 euros par mois en moyenne (gratification légale en fonction du nombre de jours travaillés effectifs)

Informations et candidature : Envoi du CV et de la lettre de motivation à [mathias.monnot@univ-amu.fr](mailto:mathias.monnot@univ-amu.fr); [jean-henry.ferrasse@univ-amu.fr](mailto:jean-henry.ferrasse@univ-amu.fr); [nelson.ibaseta@centrale-marseille.fr](mailto:nelson.ibaseta@centrale-marseille.fr)