

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE

Laboratoire d'accueil : CERI EE Centre d'Enseignement de Recherche et d'Innovation Energie Environnement
Ecole Gradué : ENGSYS Sciences de l'ingénierie et des systèmes (U-Lille, Centrale Lille Institut, IMT Nord Europe)

THÈSE présentée en vue d'obtenir le grade de DOCTEUR en Matériaux des milieux fluides

par
CARRÉ Charles
DOCTORAT de l'IMT NORD EUROPE

Titre de la thèse :

Mise en évidence expérimentale de l'impact des interactions polymère-particules sur les écoulements de Taylor-Couette de suspensions viscoélastiques

Soutenance prévue le vendredi 19 décembre 2025 à 9h30

Lieu : IMT Nord Europe - Rue Guglielmo Marconi - Salle : Amphithéâtre Byron - 59650 Villeneuve-d'Ascq

URL salle virtuelle : <https://imt-nord-europe-fr.zoom.us/j/98063976767>

Devant le jury d'examen :

Président	(désigné lors de la soutenance)
Rapporteuse	ABBAS Micheline,
Rapporteur	NOUAR Chérif,
Examineur	BOUTAOUS M'hamed,
Examineur	LACASSAGNE Tom,
Examineur	VALETTE Rudy,
Directeur de thèse	BAHRANI Seyed Amir,
Invité	BOUGEARD Daniel,

Maîtresse de conférences,	Université de Toulouse (LGC)
Directeur de recherche,	Université de Lorraine (LEMTA)
Professeur,	INSA Lyon (CETHIL)
Maître assistant,	IMT Nord Europe
Professeur,	PSL, Mines Paris (CEMEF)
Maître assistant,	IMT Nord Europe
Professeur,	IMT Nord Europe

Résumé

Les études récentes ont mis en lumière le potentiel du dispositif canonique de l'écoulement de Taylor-Couette pour l'étude des instabilités hydrodynamiques et des dynamiques de fluides complexes, qu'il s'agisse d'écoulements viscoélastiques, élasto-inertiels, ou de suspensions de particules non colloïdales. Dans cette thèse, l'écoulement de Taylor-Couette est exploité afin de mettre en avant la compétition entre ces deux facteurs de complexité, et d'explorer la dynamique de suspensions complexes composées majoritairement de particules non colloïdales en solution dans des fluides viscoélastiques non newtoniens. L'étude repose principalement sur la visualisation directe des structures d'écoulement, couplée à des mesures de couple sur le cylindre intérieur en rotation (le cylindre extérieur étant fixe), afin de quantifier les transitions vers des régimes inertiels ou élasto-inertiels et de caractériser les dynamiques de friction associées. Une observation remarquable est qu'à faibles fractions volumiques de particules (régime dilué), l'ajout de particules favorise une apparition plus précoce des instabilités et la transition vers une turbulence élasto-inertielle (EIT), en termes de nombres de Reynolds ou de Weissenberg. Cependant, cette tendance s'inverse dans le régime semi-dilué, où les particules stabilisent l'écoulement, voire suppriment complètement l'EIT, autrement dit relaminarisent l'écoulement [Carré et al., JFM, 997, A19 (2024)]. Un mécanisme de dissipation élasto-inertielle a été mis en évidence, et son origine physique est discutée à travers les interactions locales entre particules et polymères. Ces interactions peuvent être réversibles ou conduire à une dégradation irréversible des polymères, fortement favorisée par les contacts inter-particulaires lorsque la concentration en particules est suffisante. Pour étudier ce mécanisme, le taux de dégradation des polymères est mesuré de manière systématique en fonction de la fraction volumique de particules et du taux de cisaillement, révélant une dégradation accrue des polymères dans le régime semi-dilué [Carré et al., Under review]. Afin d'approfondir la description des mécanismes d'instabilités hydrodynamiques mis en œuvre avec les suspensions complexes, des mesures de fluorescence induite par laser sont réalisées. Par la visualisation du transport de traceurs passifs, on quantifie les temps de mélange à travers différentes suspensions complexes et régimes d'écoulement. Cette approche permet d'évaluer le potentiel de telles suspensions pour l'intensification du mélange et des transferts conducto-convectifs, en comparaison avec des suspensions colloïdales ou non colloïdales dans des solvants newtoniens, ainsi qu'avec des fluides viscoélastiques sans particules, ouvrant ainsi des perspectives pour la formulation de fluides caloporteurs innovants [Carré et al., To be submitted].