

DIRECTEUR/DIRECTRICE DE THÈSE (titulaire de l'HDR ou équivalence) : Erriguible Arnaud

COENCADRANT.E : Jansen Jérôme

Courriel : erriguible@enscbp.fr ; jerome.jansen@u-bordeaux.fr

Unité de recherche : I2M - Institut de mécanique et d'ingénierie - Université de Bordeaux, UMR 5295

Groupe de recherche : SiMFI

TITRE DU SUJET DE THÈSE : Modélisation et simulation des écoulements turbulents d'un mélange multiconstituant supercritique porté au point de pseudo-ébullition / *Modeling and simulation of supercritical multi-components flows crossing the pseudo-boiling line*

DESCRIPTIF DU SUJET DE THÈSE : Le CO₂ porté au-delà de son point critique présente des propriétés thermophysiques idéales pour accroître l'efficacité des machines thermiques, notamment dans le « Rankine Organic Cycle » (ORC) ou le cycle de Brayton supercritique. Cependant, une limitation de l'utilisation de ce gaz dense est la détérioration du flux de chaleur, observée près de la *Widom Line* ou zone du « *point de pseudo-ébullition* », région dans laquelle le fluide subit de très fortes variations de propriétés pour une variation de température très faible. Ce phénomène de détérioration reste à explorer lorsque le CO₂ supercritique est mélangé à un autre fluide. Cette approche pourrait réduire la détérioration du flux en modifiant le comportement du mélange dans la zone du « *point de pseudo-ébullition* » grâce aux effets de diffusion croisée [2].

Cette thèse se concentre sur la modélisation et la simulation des phénomènes de transferts dans des écoulements subsoniques, anisothermes, turbulents, compressibles et multicomposants. Le code Notus, récemment étendu aux écoulements compressibles [1], sera utilisé pour simuler les écoulements d'un mélange binaire supercritique porté au point de pseudo-ébullition. L'objectif est de mieux comprendre, grâce à un outil de simulation numérique haute-fidélité et haute performance, les effets de détérioration du flux de chaleur liés aux propriétés largement variables d'un mélange de CO₂ supercritique. L'expérimentation numérique sera réalisée au moyen de la simulation numérique directe et de la simulation des grandes échelles dans des configurations tridimensionnelles, approches qui restent à explorer dans ce cadre thermodynamique particulier.

Cette étude passera par le développement d'un modèle multiconstituant compressible et turbulents adapté aux écoulements dans ces conditions thermodynamiques particulières, modélisation rarement abordée [2]. Un effort particulier sera porté sur l'influence des divers phénomènes physiques impliqués tels que l'effet Soret, l'effet Dufour et les phénomènes de diffusion moléculaire et de turbulence dans des milieux à propriétés fortement variables.

[1] J. Jansen, S. Glockner, D. Sharma, A. Erriguible, *Incremental pressure correction method for subsonic compressible flows*, submitted in CPC, 2025.

[2] M. Xiao, Y. Ren, J. Yang, Z.-C. Hu, *Turbulent Rayleigh-Bénard convection in a supercritical CO₂-based binary mixture with cross-diffusion effects*, *IJHMT*, 2024.