

---

# Condensation dans une machine à piston : La modélisation par le logiciel libre.

Lucas Leon<sup>\*1</sup>, Mathieu Specklin<sup>2</sup>, Danel Quentin , and Michaël Deligant<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LIFSE – École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers (ENSAM) – France

<sup>2</sup>LIFSE – CNAM – France

## Résumé

La demande croissante de solutions alternatives aux énergies fossiles est à la source du développement technique d'énergies renouvelables mais également de biogaz. Dans le cadre du bio-méthane par exemple, le transport nécessite la mise en œuvre d'un cycle de liquéfaction. L'objectif est le développement d'un cycle de petite échelle avec un changement de phase assurée par une machine de détente à piston. La littérature propose un certain nombre d'études portant sur des cycles de liquéfaction ou la détente est réalisée par des turbines, des échangeurs de chaleur (1). Les machines à piston sont quant à elles majoritairement étudiées dans le cadre de cycles TFC (Trilateral Flash Cycle), impliquant l'ébullition du fluide (3) (2). Les machines à piston sont pourtant intéressantes, par leur simplicité technologique rendant la production et maintenance plus simple. La phase de détente est déterminante dans l'efficacité d'un cycle de liquéfaction : L'optimisation d'un tel cycle appelle donc à l'étude de cette machine et des écoulements en son sein par une étude locale des écoulements en jeu par des outils de calcul CFD (Computational Fluid Dynamics). Pour ce faire, des outils Open-Source seront utilisés, aussi bien pour le maillage (GMSH) que pour le code de calcul (OpenFOAM). Le modèle doit permettre de prendre en compte le mouvement des pièces mobiles telles que le clapet d'admission, le piston et les valves d'échappement. L'objectif de ce travail est de pouvoir modéliser l'écoulement par des méthodes HEM (Homogeneous Equilibrium Model) et/ou une méthode dite à deux-fluides, avec chaque phase représentée par son propre jeu d'équations de conservation.

References

- (1) S. F. Interlenghi, J. L. de Medeiros, and O. d. Q. F. Araujo. On the sustainability of small-scale expansion- based natural gas liquefaction: Supersonic separator, Joule-Thomson, and turbo-expander. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 95:104212, Nov. 2021. ISSN 1875-5100. doi: 10.1016/j.jngse.2021.104212.
- (2) H. Kanno and N. Shikazono. Experimental study on two-phase adiabatic expansion in a reciprocating expander with intake and exhaust processes. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 102:1004–1011, Nov. 2016. ISSN 0017-9310. doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2016.06.081.
- (3) X. Li, W. Wu, J. Y. Ho, Y. Zhang, C. Guo, and T. Feng. Experimental study of equivalent expansion inside two-phase expanders. *Applied Thermal Engineering*, 257:124351, Dec. 2024. ISSN 1359-4311. doi: 10.1016/j.applthermaleng.2024.124351.

---

\*Intervenant