

Étude de l'évaporation du CO₂ dans des microcanaux intégrés dans des détecteurs en silicium : approches numériques et expérimentales

Nous bénéficions d'une allocation fléchée pour ce projet, qui est relatif au refroidissement des prochaines générations de détecteurs de particules au CERN, à l'aide de microcanaux intégrés et parcourus par du CO₂. Il s'inscrit dans le cadre d'une nouvelle collaboration entre le Laboratoire d'Annecy de Physique des Particules (LAPP) et le Laboratoire des Écoulements Géophysiques & Industriels de Grenoble (LEGI). Le LAPP a participé au développement et à la réalisation de l'expérience ATLAS du LHC (Large Hadron Collider, CERN) qui a démontré en 2012 l'existence du boson de Higgs. L'équipe du LAPP a développé récemment une installation de refroidissement par CO₂, qui permet de caractériser les échanges thermiques avec des capteurs en silicium, mais avec des échangeurs de dimensions caractéristiques millimétriques. Le LEGI a des compétences en écoulements microfluidiques au cœur de dispositifs en silicium. De plus, les équipes du LEGI et du LAPP ont également des compétences en simulation numérique des écoulements diphasiques. Ce projet ambitionne d'étudier l'évaporation du CO₂ en régime laminaire dans des microcanaux directement intégrés dans les détecteurs de particules. Par rapport aux dispositifs précédents, cette intégration devrait permettre de réduire les interfaces thermiques inutiles, d'uniformiser la température à la surface du capteur et finalement d'améliorer l'évacuation de l'énergie absorbée et la sensibilité des capteurs. L'absence actuelle d'optimisation de la géométrie des échangeurs ainsi que celle de prédictions théoriques fiables constituent les facteurs limitant que ce travail cherche à dépasser. Nous attendons de ce travail qu'il améliore nos connaissances sur l'ébullition en microcanaux d'un fluide à faible impact environnemental (régimes d'écoulement, transfert de masse et de chaleur) afin de développer des modèles numériques prédictifs. Ce travail bénéficiera à la communauté de la physique des hautes énergies, mais aura aussi des retombées pour des applications industrielles plus communes, comme la réfrigération par CO₂ transcritique ou par mélange ammoniaque - CO₂.

Profil recherché :

Formation universitaire ou ingénieur, dans le domaine de l'énergétique, physique et mécanique des fluides. Compétences expérimentales et numériques.

Contact : Pr F. AYELA - Frederic.ayela@legi.cnrs.fr

Pour candidater :

- http://www.adum.fr/as/ed/page.pl?site=edimep2&page=contrats_doct
- avant le 27 mai 2021

Study of CO₂ evaporation in micro-channels for next-generation silicon detectors : experimental and numerical approaches

This granted project investigates a CO₂ cooling solution using micro scale heat exchangers for the next generation of silicon-based particle detectors at CERN. This project is in the frame of a new collaboration between the Annecy Laboratory of Particles Physics (LAPP) and the Laboratory of Geophysical and Industrial Flow at Grenoble (LEGI). The LAPP has been involved for a long time in the development and design of the ATLAS experiment at LHC (Large Hadron Collider, CERN), that has proven in 2012, jointly with the CMS experiment, the existence of the Higgs Boson. The LAPP team has recently developed a CO₂ cooling installation enabling thermal characterization of silicon sensors cooling but with a millimetric size CO₂ heat exchanger. The LEGI is specialized in micro-fluidics, microdevices and flow studies. In addition, the LEGI and the LAPP teams have some background in diphasic flow simulations. Those skills demonstrate the complementary that the two research teams can bring into this project. Using experimental and numerical investigation tools, this project aims to study CO₂ evaporation into silicon micro-channels, embedded in the sensors substrates. Compared to the previous cooling solutions, silicon micro-channels cooling reduces the unnecessary thermal interfaces, allows a better temperature uniformity on the sensor surface and improves the overall thermal performance. The limiting factors of the existing developments are the limited predictions of the thermal performance, and the lack of optimization of the micro-channels shape and size. Thus far, reliable simulations of micro-channels heat exchangers are still to be developed. The expected breakthrough of the proposed project is to improve our understanding (pressure drop, heat and mass transfer, flow regime and transition) of low environmental impact refrigerants boiling in micro channels, and to develop new numerical models. This work will be beneficial for the high energy physics community, to predict the thermal behavior of a silicon sensors network, but also for common industrial cooling applications, such as transcritical CO₂ refrigeration or ammonia-CO₂ chillers.

Skills required : Skills in energetics, physics and fluid mechanics, with background in numerical and experimental activities.

Contact : Pr F. AYELA - Frederic.ayela@legi.cnrs.fr

To apply for a job:

- http://www.adum.fr/as/ed/page.pl?site=edimep2&page=contrats_doct
- Dead line : 05/27/2021