



Boucles diphasiques à pompage capillaire

Les boucles fluides diphasiques à pompage capillaire (BFDPTC) ont été développées pendant plus de trente ans pour l'industrie spatiale. Elles intéressent aujourd'hui un très grand nombre de secteurs industriels terrestres, en particulier le domaine des transports (ferroviaire, aéronautique ou automobile), où l'électrification des systèmes est toujours plus poussée. L'amélioration rapide des performances des composants d'électronique de puissance impose d'évacuer toujours plus de chaleur. Bien que les rendements de ces composants soient élevés, la miniaturisation conduit à des densités de puissance telles que leur gestion thermique est devenu un enjeu majeur : la chaleur à évacuer peut atteindre aujourd'hui des densités de puissance de l'ordre de 200 W cm^{-2} .

Les BFDPTC sont appelées à assurer la rupture technologique qui permettra de répondre aux contraintes sévères imposées par la régulation thermique de ces nouveaux composants. Extrêmement performantes, ces boucles utilisent la transition de phase d'un fluide frigorigène pour transférer la chaleur ; elles ont la particularité de ne pas utiliser d'organe mécanique de puissance pour mettre le fluide en mouvement : ce sont les forces de tension superficielle qui se développent dans une structure poreuse au sein de laquelle le fluide se vaporise qui mettent ce fluide en mouvement. Il s'agit donc de systèmes passifs, modulaires, qui peuvent évacuer des flux de chaleur de quelques watts à quelques kW sur des distances qui peuvent atteindre plusieurs mètres.

Le travail réalisé au cours de ces années a eu pour objectif d'étudier, toujours sous le double aspect expérimental et théorique, les performances d'une CPL (Capillary Pumped Loop) gravitaire, à la fois pour répondre à des besoins aéronautiques (projet OPTIMAL impliquant la société Liebherr-Aerospace à Toulouse, pour lequel un dispositif original en vraie grandeur a été réalisé dans le cadre d'une collaboration avec l'équipe GREPH du LaPLACE à Toulouse) et, dans le domaine du transport ferroviaire, pour améliorer le comportement de boucles fabriquées par la société EHP (Euro Heat Pipe, Belgique) pour Alstom Transport, société qui est la plus avancée au monde actuellement dans ce domaine.

Aujourd'hui, l'objectif principal est de pousser ces dispositifs aux limites de leurs performances, ce qui passe par la description du comportement instationnaire de l'interface de vaporisation dans les pores de quelques microns de la mèche poreuse confinée dans l'évaporateur. C'est un enjeu important pour parvenir aux limites de la percolation de la vapeur dans la mèche, qui est une des causes du désamorçage de ces boucles.