

## Sujet de stage

### **Utilisation de la plastronique pour une conception intégrée d'un composant électronique et de son dispositif de refroidissement diphasique**

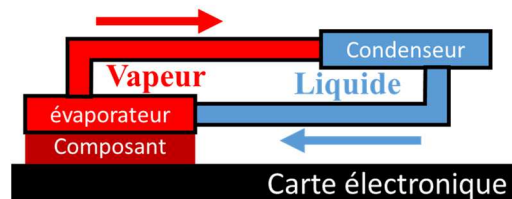
**Laboratoires :** CETHIL (INSA), Ampère (INSA)

**Encadrants :** Valérie Sartre (CETHIL), Michel Cabrera (Ampère), Bruno Allard (Ampère)

**Mots-clés :** Caloduc, polymère, plastronique, thermique, électronique de puissance, intégration, innovation technique

Le domaine des transports est en train de subir une mutation profonde en raison de l'électrification massive des systèmes de propulsion. Si cette électrification permet une réduction des rejets de polluants locaux, et, dans une moindre mesure, ceux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère, elle augmente fortement les contraintes liées aux systèmes électroniques, et en particulier celles liées au refroidissement de l'électronique de puissance. Aujourd'hui, les très fortes densités de flux thermiques dissipées par les composants conduisent à des températures excessives et une réduction drastique de leur durée de vie. Curieusement, la quasi-totalité des systèmes de refroidissement adossés à ces systèmes sont conçus a posteriori. Ils sont massifs et métalliques, donc particulièrement lourds. Leur poids est d'ailleurs souvent prépondérant dans le poids total du système électronique complet, ce qui affecte directement la consommation énergétique, et donc les rejets en CO<sub>2</sub> du véhicule considéré (voiture, train, avion, ...).

Le stage a pour objectif de développer une nouvelle architecture de système de refroidissement, entièrement conçu en polymère, et donc ultra léger. Ce système fonctionne selon le principe d'un caloduc. Il s'agit d'une enceinte fermée, contenant un fluide diphasique, qui s'évapore au contact de la source chaude (composant électronique) et se condense au niveau de la source froide, où la chaleur est évacuée vers l'air extérieur. Les techniques utilisées en plastronique permettent de déposer un composant directement sur un substrat en polymère, qui constitue l'évaporateur du caloduc. Le défi est donc finalement d'intégrer dès la phase de conception le dispositif électronique à son système de refroidissement, ce qui va nécessairement conduire à une optimisation des performances de l'ensemble.



Plusieurs verrous technologiques et scientifiques restent toutefois à lever pour aboutir à des systèmes pleinement fonctionnels. L'un de ces verrous est la faible conductivité thermique des polymères usuels, qui limite fortement les performances attendues de ce type de système. L'évaporateur doit alors posséder une architecture spécifique, par exemple des motifs d'amincissement dans sa paroi, tout en maintenant une rigidité suffisante pour répondre aux contraintes thermomécaniques engendrées par le caloduc.

Un autre verrou à lever est la compréhension des phénomènes d'ébullition sur une surface en polymère. La faible diffusivité thermique de ces matériaux entraîne des propriétés d'ébullition différentes, que ce soient la croissance des bulles, leur fréquence de détachement ou la densité de sites de nucléation. Le comportement d'un tel évaporateur est pour l'instant très difficile à prévoir.



Pour mener à bien cette étude, une approche expérimentale est choisie. Un banc d'essais a été développé au CETHIL, qui permet de caractériser les transferts de chaleur par changement de phase liquide-vapeur au sein de l'évaporateur, entre la paroi en polymère et le fluide caloporteur (HFE 7000). Le travail de stage consiste à concevoir des maquettes d'évaporateur, qui sont ensuite fabriquées par le laboratoire AMPERE, les installer et les tester dans le banc. A partir des résultats obtenus, de nouvelles géométries plus performantes doivent être imaginées.

Le stage se déroulera à l'INSA de Lyon au sein du laboratoire Ampère ([www.ampere-lab.fr](http://www.ampere-lab.fr)) qui possède une plateforme plastronique et du CETHIL (<https://cethil.insa-lyon.fr>), qui dispose d'une plateforme de caractérisation des caloducs.