Avis de Soutenance

Monsieur Gaétan ANDRIANO

Energétique

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Etude numérique et expérimentale des échanges thermiques en régime pulsé : application au refroidissement des batteries d'un véhicule électrique

dirigés par Monsieur PASCAL HIGELIN
Ecole doctorale : Energie, Matériaux, Sciences de la Terre et de l'Univers - EMSTU
Unité de recherche : PRISME - Laboratoire Pluridisciplinaire de Recherche en Ingénierie des Systèmes et Mécanique Energétique

Soutenance prévue le ***mardi 15 juillet 2025*** à 14h00
Lieu : Faculté Droit Économie Gestion, 11 Rue de Blois, 45067 Orléans
Salle : Amphithéâtre Simone Veil

Composition du jury proposé

M. PASCAL HIGELIN	Université d'Orléans, PRISME	Directeur de thèse
M. Patrice MEUNIER	Aix-Marseille Université, IRPHE, CNRS	Examinateur
M. Benoît PIER	Ecole centrale de Lyon, LMFA	Rapporteur
M. David CHALET	Centrale Nantes, LHEEA	Rapporteur
M. Simon KERN	Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, DynFluid	Examinateur
M. Jérôme BELLETRE	Nantes Université, LTEN, CNRS	Examinateur
M. Pierre-Yves PASSAGGIA	Université d'Orléans, PRISME	Co-encadrant de thèse
M. Christian CAILLOL	Université d'Orléans, PRISME	Co-encadrant de thèse
M. Fabien HARAMBAT	Stellantis	Invité

Mots-clés : écoulement pulsé,transfert de chaleur,véhicule électrique à batteries,instabilité et transition,méthodes numériques,approches expérimentales

Résumé :

Le secteur automobile est en constante évolution et vise la neutralité carbone pour 2050. L'électrification totale ou partielle des véhicules est nécessaire pour répondre à cet enjeu en réduisant les émissions de gaz à effet de serre, tout en correspondant aux futures projections de mix énergétique. Cependant, ce type de véhicule se heurte à deux problèmes importants : le temps de recharge et le cycle de vie de la batterie. L'utilisation de borne de recharge, type charge ultra-rapide (UFC), permet de réduire le temps de recharge mais va générer un surplus de chaleur préjudiciable pour la batterie. Un système de refroidissement est donc nécessaire pour assurer sécurité, performance et durée de vie de la batterie. Cette thèse porte sur l'amélioration d'un système de refroidissement actif, de type plaque de refroidissement, par l'ajout d'une pulsation dans un liquide monophasique. Les écoulements pulsés ont initialement été étudiés dans le domaine biomédical (écoulement sanguin) mais suscite un intérêt particulier pour des solutions de transfert thermique. A ce jour, les travaux antérieurs ont montré des gains sur le transfert chaleur sur différentes configurations et différents régimes de pulsation. Néanmoins, l'origine des mécanismes responsables de cette amélioration n'est pas clairement comprise ni connue, notamment avec une géométrie de canal plan. L'écoulement de base étant temporellement périodique, un développement analytique est proposé pour décrire la dynamique et la thermique au cours du temps d'un écoulement pulsé dans un canal plan avec transfert de chaleur. La formulation analytique a permis de procéder à différentes simulations numériques qui ont mis en évidence que le transfert de chaleur est majoritairement piloté par des effets bidimensionnels et que le gain sur le transfert est sensible aux paramètres de contrôle du problème (nombres de Reynolds, Womersley et amplitude relative de pulsation). De plus, le transfert thermique est amélioré lorsque l'écoulement devient instable à certaines phases de la pulsation. La thermique étant tributaire de la dynamique dans ces régimes, une étude de stabilité linéaire a été menée afin de prédire l'apparition de

ce phénomène. Trois méthodes complémentaires ont été mises en œuvre pour étudier la dynamique linéaire de l'écoulement. Ces approches modales permettent de prédire l'apparition de points d'inflexion sur les profils de vitesse, à l'origine de la déstabilisation de l'écoulement. Une large gamme de régimes de pulsation a été explorée, menant à l'identification de deux zones d'instabilités de nature non-visqueuses. Enfin, un canal hydrodynamique pulsé a été conçu, avec une mesure optique de la dynamique de l'écoulement et une mesure de la température paroi résolue en temps afin d'estimer le transfert de chaleur à la paroi. Cette dernière approche a permis de démontrer les corrélations possibles avec les profils analytiques, la robustesse de prédiction des études de stabilité ainsi que les gains potentiels sur le transfert de chaleur en comparaison d'un écoulement stationnaire.