

Avis de Soutenance

Monsieur Thomas LEDEVIN

Energétique

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Modélisation expérimentale et numérique de l'activation d'une pile thermique

dirigés par Monsieur Mame WILLIAM-LOUIS

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 **lundi 09 janvier 2023** à 14h00

Lieu : IUT de Bourges - 63 rue de Lattre de Tassigny - 18000 BOURGES

Salle : Amphithéâtre Charost

Composition du jury proposé

M. Mame WILLIAM-LOUIS	Université d'Orléans, Laboratoire PRISME	Directeur de thèse
Mme Monica SIROUX	INSA Strasbourg, ICUBE Université de Strasbourg	Rapporteuse
M. Hui-Ying WANG	CNRS-Université de Poitiers-ISAE ENSMA, Laboratoire PPRIME - UPR 3346	Rapporteur
M. Léo COURTY	Université d'Orléans, Laboratoire PRISME	Co-encadrant de thèse
M. Luc FAGET	ASB Aérospatiale Batteries	Examineur
M. Khaled CHETEHOUNA	INSA-CVL, PRISME	Examineur
M. Dimitri FABRE	STmicroelectronics	Invité

Mots-clés : Simulation numérique, Combustion, Pile thermique, Transfert thermique, Eléments finis, Conductivité thermique

Résumé :

La pile thermique est une source d'énergie électrique activable par combustion de compositions pyrotechniques. Elle est utilisée pour alimenter les systèmes spatiaux et d'armement depuis la Seconde Guerre mondiale. L'activation d'une pile thermique est un phénomène rapide, d'une durée pouvant être inférieure à 100 ms. Il est nécessaire de connaître ce temps avec précision pour intégrer la pile aux systèmes qu'elle alimente. L'étude de la phase d'activation est donc cruciale pour faciliter le développement de nouvelles piles thermiques. La compréhension de l'activation passe par la modélisation des phénomènes qui s'y produisent : la combustion d'une composition pyrotechnique chauffante et le transfert de la chaleur ainsi produite vers le reste de la pile. Dans cette optique, un modèle a été réalisé pour chacune de ces deux étapes avec le logiciel de simulation éléments finis COMSOL Multiphysics®. Ces modèles nécessitent la caractérisation de la conductivité thermique des matériaux hétérogènes composant la pile thermique. Une nouvelle méthode permettant cette mesure sous atmosphère contrôlée a été mise au point à cet effet. Elle a permis de caractériser les matériaux utilisés dans les modèles développés. Le modèle de transfert thermique au sein de la pile décrit l'établissement du régime thermique permanent et les changements de phases qui ont lieu. Il a été validé dans un cas théorique pour tester sa robustesse puis avec les propriétés que nous avons mesurées. Le modèle de combustion décrit la combustion de la composition constituée de fer (Fe) et de perchlorate de potassium (KClO₄). En couplant la réaction chimique entre ces deux réactifs et le transfert thermique au sein de la composition, nous obtenons un modèle permettant de reproduire l'auto-propagation de la combustion et de retrouver la vitesse de combustion observée en condition de fonctionnement. Un modèle éléments finis global couplant ces deux approches a été mis en place pour décrire l'activation d'une pile. Des mesures ont été effectuées sur un prototype de pile pour vérifier la précision de ce modèle.