



Avis de Soutenance

Monsieur Antony PLAIT

Présentera ses travaux en soutenance

Soutenance prévue le **jeudi 10 octobre 2019** à 10h00
Lieu : UFR STGI Belfort 2 Rue Chantereine, 90000, Belfort
Salle : Amphithéâtre Louis Néel

Titre des travaux : Modélisation multiphysique des régénérateurs magnétocaloriques

Ecole doctorale : SPIM - Sciences Physiques pour l'Ingénieur et Microtechniques

Section CNU : 63

Unité de recherche : FEMTO-ST Franche Comté Electronique Mécanique Thermique et Optique - Sciences et Technologies

Directeur de thèse : Christophe ESPANET

Codirecteur de thèse : HDR NON HDR

Soutenance : Publique A huis clos

Membres du jury :

<u>Nom</u>	<u>Qualité</u>	<u>Etablissement</u>	<u>Rôle</u>
M. Michel FEIDT	Professeur Emérite	LEMTA - Université de Lorraine	Examineur
Mme Afef LEBOUC	Directeur de Recherche	CNRS, G2ELAB, Université Grenoble Alpes	Rapporteur
M. Martino LO BUE	Chargé de Recherche	SATIE, ENS Cachan	Rapporteur
M. Christophe ESPANET	Professeur	FEMTO-ST, Université de Bourgogne - Franche-Comté	Directeur de thèse
M. Thierry DE LAROCHELAMBERT	Professeur de Chaire Supérieure de Physique et Chimie	FEMTO-ST, Université de Haute Alsace	Examineur
M. Stefan GIURGEA	Maître de Conférences	FEMTO-ST, Université de Technologie de Belfort Montbéliard	Examineur

Mots-clés : Effet magnétocalorique, Réfrigération magnétique, Modélisation multiphysique, Circuit Magnétique Equivalent, Optimisation, Validation expérimentale

Résumé de la thèse (en français) :

Les recherches menées dans cette thèse s'inscrivent dans une volonté d'éliminer les gaz aggravant fortement le réchauffement climatique (effet de serre) dans les machines de réfrigération. La réfrigération magnétique active à régénérateur (AMRR), une technologie encore émergente est une réponse possible à ce défi. L'objectif de ce travail de thèse est de proposer une modélisation multiphysique complète d'un banc de tests de régénérateurs magnétocaloriques conciliant les qualités de précision et d'efficacité numérique (temps de calcul). Après une large étude bibliographique des modèles et des prototypes magnétocaloriques les plus récents, une modélisation multiphysique est proposée. Pour cela, trois sous-modèles (magnétostatique, magnétocalorique et thermo-fluidique) sont couplés de manière à prendre en compte l'ensemble des phénomènes se déroulant au sein du régénérateur magnétocalorique pendant les cycles AMRR. Notre modèle est ensuite utilisé pour étudier l'influence des paramètres d'entrée tels que la fréquence des cycles et le taux de balayage du régénérateur sur les performances thermiques du système. Un processus d'optimisation par modulation de ces paramètres au cours du temps est proposé pour diminuer fortement le temps nécessaire pour atteindre le régime stationnaire du régénérateur magnétocalorique dans différentes situations. L'achèvement, la mise au point et la validation du banc magnétocalorique est décrite en détails pour mettre en évidence et mesurer avec précision l'effet magnétocalorique dans le gadolinium, puis pour appliquer les cycles AMRR au régénérateur. Les résultats de ces expériences permettent de valider notre modèle multiphysique avec une très bonne précision, ouvrant la voie à une exploration systématique des performances des futurs régénérateurs conçus au laboratoire.

Abstract (in English):

The research carried out in this thesis is part of a desire to eliminate gases that strongly aggravate global warming (greenhouse effect) in refrigeration machines. Active magnetic regenerative refrigeration (AMRR), a still emerging technology, is a possible answer to this challenge. The objective of this thesis work is to propose a global multiphysics modelling of a test bench for magnetocaloric regenerators combining precision and numerical efficiency (calculation time). After a broad bibliographic study of the most recent magnetocaloric models and prototypes, a multiphysics modelling is proposed. For this purpose, three sub-models (magnetostatic, magnetocaloric and thermo-fluidic) are coupled in order to take into account all the phenomena occurring within the magnetocaloric regenerator during the AMRR cycles. Our model is then used to assess the influence of input parameters such as cycle frequency and regenerator sweep rate on the thermal performance of the system. A process of optimization by modulation of these parameters over time is proposed to significantly reduce the time required to reach the steady state of the magnetocaloric regenerator in different situations. The completion, development and validation of the magnetocaloric bench is described in detail to accurately identify and measure the magnetocaloric effect in gadolinium, and then to apply the AMRR cycles to the regenerator. The results of these experiments allow us to validate our multiphysics model with very good accuracy, paving the way for a systematic exploration of the performance of future regenerators designed in the laboratory.