

Proposition de Sujet de Thèse 2023-2026

----- **Contrôle du flux de chaleur à travers un matériau thermoélectrique**

Mots-Clés

Matériau thermoélectrique, flux de chaleur, conduction thermique, shunt électrique

Contexte

La manipulation de flux de chaleur par voie solide a ouvert un champ d'exploration vers des applications variées, inédites comme le camouflage, prometteuses avec des concentrateurs pour la récupération d'énergie, ou même contrintuitives en inversant le sens du flux à l'aide de dispositifs intégrant des métamatériaux thermiques [1]. La géométrie et les propriétés des matériaux utilisés sont fixes le plus souvent et déterminent la fonction du dispositif. Ce travail de thèse s'intéresse à l'intégration de matériaux thermoélectriques aux systèmes pour moduler la fonctionnalité.

Les matériaux thermoélectriques sont utilisés de façon quasi exclusive comme convertisseurs d'énergie. Ils permettent une conversion entre différences de température et différences de potentiel électrique. La conversion est réversible et conduit à une différence de température lorsque le matériau est traversé par un courant. Le refroidissement (effet Peltier) et la récupération d'énergie électrique (effet Seebeck) à partir de l'énergie thermique perdue sont deux applications actuelles de ce phénomène. Le facteur de mérite du matériau thermoélectrique (zT) qui décrit l'efficacité de la transformation dépend de trois paramètres physiques pour une température T donnée : la conductivité électrique, la conductivité thermique et le coefficient Seebeck.

Objectif

Le travail proposé vise à explorer la façon d'utiliser des matériaux thermoélectriques pour manipuler (moduler, stopper, orienter...) un flux de chaleur. L'élément thermoélectrique de conductivité thermique variable sera intégré au guide thermique pour permettre de modifier localement le flux.

La figure 1 illustre le guidage d'un flux de chaleur en l'aiguillant sur le canal de gauche. Pour cela la conductivité thermique du module Peltier est accrue dans une

branche et minimisée dans l'autre. Ce guide thermique présente l'avantage d'être flexible en orientant le flux dans l'autre branche et est simple à réaliser. Un tel système peut trouver des applications dans le refroidissement intelligent de composants solides multicouches. Des études théoriques montrent que la conductivité thermique d'un matériau thermoélectrique peut être modifiée en ajoutant sur le port électrique une condition d'impédance électrique externe, statique ou dynamique, mais sans apporter la confirmation expérimentale [2].

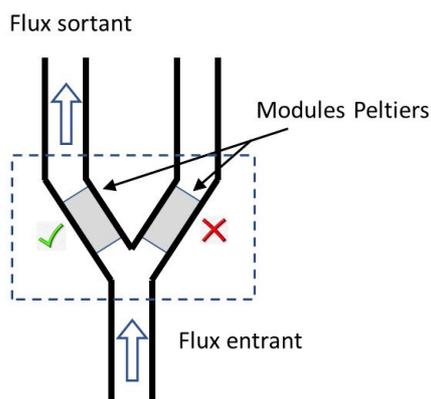


FIG 1. Guidage d'un flux de chaleur par voie solide : un module Peltier complété par une condition d'impédance externe laisse passer (gauche) ou stoppe (droite) le flux de chaleur.

Programme de Travail

Les différentes étapes envisagées pour ce travail de thèse sont les suivantes :

- Etude et veille bibliographique sur le guidage du flux thermique, les moyens mis en œuvre pour le moduler et les applications.
- Modélisation et instrumentation d'une jambe thermoélectrique pour valider le concept de conductivité thermique variable.
- Etude de l'influence des différents paramètres physiques et de l'effet de différentes natures et architectures de shunts électriques (problème inverse).
- Design, simulation et réalisation d'un démonstrateur complet et optimisé de contrôle de flux de chaleur par voie solide. Le(s) paramètre(s) de contrôle sera(ont) graduellement statique puis dynamique afin d'enrichir la palette de fonctionnalités possibles du dispositif.

[1] I. Peralta et al., *Advanced Engineering Materials* 22(2) (2020) 1901034.

[2] A. Massaguer Colomer *et al.*, *Applied Energy* 154 (2015) 709–717.

Profil du (de la) candidat(e)

Ce travail de thèse s'adresse à un(e) diplômé(e) d'Ecole d'Ingénieur ou de Master 2 recherche, motivé(e) et curieux(se), ayant une bonne connaissance dans les domaines suivants : électronique, modélisation et simulation numériques de systèmes physiques. Un bon niveau de français et d'anglais serait apprécié.

Le (la) candidat(e) devra faire preuve d'autonomie et de créativité pour le développement des dispositifs.

Conditions du contrat

La thèse se déroulera au laboratoire GREMAN (UMR CNRS 7347) à l'IUT de Blois (41), France. Des déplacements sont à prévoir sur le site du GREMAN à Tours, sur la plateforme CERTEM. Site web du laboratoire : <http://greman.univ-tours.fr/>

Début de thèse : 01/10/2023

Financement sur 36 mois (bourse de l'Université de Tours).

Encadrement et contact

CV et lettre de motivation à envoyer à :

Lionel HAUMESSER (Dir)	MCF HDR	lionel.haumesser@univ-tours.fr
Fabien GIOVANNELLI (Co-Dir)	MCF HDR	fabien.giovannelli@univ-tours.fr