

Identification expérimentale de propriétés thermo-radiatives de matériaux semi-transparents

Localisation :

Centre d'Energétique et de Thermique de Lyon (CETHIL)
UMR 5008 CNRS, INSA de Lyon, Université Claude-Bernard Lyon 1

Mots clés : Transferts radiatifs, métrologie, méthode de Monte-Carlo symbolique, méthodes inverses, couplage rayonnement-conduction.

Sujet de thèse :

Contexte

La connaissance des propriétés thermo-radiatives (conductivité thermique et propriétés radiatives d'absorption et de diffusion) de matériaux hétérogènes (milieux poreux, fibreux, céramiques ou métalliques etc.) est primordiale pour la prédiction des transferts thermiques dans de tels milieux semi-transparents. En particulier pour la conception de nouveaux matériaux pour l'isolation, de barrières thermiques ou d'absorbeurs solaires entre autres applications.

Ce sujet de thèse s'inscrit dans le contexte général du développement de méthodes d'identification expérimentale des propriétés radiatives et conductives s'appuyant sur des développements métrologiques associés à une modélisation des transferts radiatifs et conductifs dans des matériaux hétérogènes.

Dans le cadre de la thèse de Yassine Maanane au CETHIL [1], une méthodologie permettant d'identifier les propriétés radiatives de matériaux fibreux a été développée. Celle-ci s'appuie sur des bancs de spectrométrie Infra Rouge (à température ambiante et à haute température) ainsi que sur le développement de méthodes de Monte-Carlo symbolique. Cette méthodologie a permis d'identifier les coefficients d'absorption et de diffusion de matériaux hétérogènes fibreux. Les méthodes de Monte Carlo symbolique permettent d'exprimer les flux radiatifs sous la forme de fonctions polynômiales des propriétés radiatives. Ces méthodes s'avèrent être un outil très pratique dans le cadre de l'inversion, permettant de déterminer la nature du problème (bien posé avec une solution unique et stable) et offrant un modèle direct simple (un polynôme) dans la procédure d'inversion. De récents développements [2] permettent d'appliquer les méthodes de Monte-Carlo symboliques à d'autres types de paramètres (géométriques par exemple). Un des objectifs de cette thèse sera d'étendre les développements réalisés précédemment, au problème de transferts de chaleurs couplés conduction/rayonnement dans des matériaux homogènes et hétérogènes semi-transparents.

Objectifs et travail attendus

Le travail attendu peut se décliner en plusieurs phases :

- 1) Travail de recherche et analyse bibliographique sur les modèles existants de conduction thermique, sur les méthodes d'homogénéisation en conduction et sur les méthodes de couplages. Plus généralement une étude bibliographique des travaux portant sur les transferts couplés conduction-rayonnement dans les matériaux participants sera réalisée.
- 2) A partir des métrologies existantes au CETHIL (en rayonnement bancs spectrométriques d'émission, en conduction méthode flash), et l'utilisation des méthodologies basées sur Monte Carlo Symbolique, un travail sera réalisé afin de déterminer les limitations de ces méthodes pour l'identification des propriétés thermo-radiatives. Cette prise en main des outils existant permettra d'autre part de

déterminer les modèles pertinents, pour la conductivité thermique, et pour le traitement du transfert radiatif en milieu semi-transparent.

- 3) Les outils numériques existants seront employés pour déterminer le type de mesures à réaliser pour l'identification expérimentale, pour la conduction et le rayonnement. Cette phase 3 devrait conduire à terme à la conception et la réalisation de nouveaux bancs expérimentaux pour les mesures radiatives complémentaires des bancs existants au CETHIL.
- 4) Enfin la réalisation du couplage conduction rayonnement pour la modélisation des transferts en milieu semi-transparent constituera la phase finale de ce travail.

L'objectif de ce travail de thèse sera de déterminer suivant le type de matériau considéré quels types de modèles radiatifs et conductifs peuvent permettre l'identification des propriétés radiatives, de la conductivité thermique et si possible du champ de température à partir des mesures réalisées sur ces bancs expérimentaux. Cette méthode d'identification tiendra compte des incertitudes expérimentales et numériques associées.

Références

[1] Y. Maanane, M. Roger, A. Delmas, M. Galtier, F. André, Symbolic Monte Carlo method applied to the identification of radiative properties of a heterogeneous material. Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer 2020. (<https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2020.107019>).

[2] M. Roger, Y. Maanane, M. Galtier, F. André, A. Delmas, Symbolic Monte Carlo based on orthogonal polynomial series : application to phase function, Proceedings 9th Int. Symposium on Radiative Transfer, RAD-19, Athens, Greece.

Prérequis : Connaissances en transferts thermiques requises ; compétences en métrologies et transfert radiatif souhaitées.

Formation requise : grandes écoles généralistes ou Master 2

Encadrement de la thèse :

Directrice de thèse : Agnès Delmas, Maître de conférences, agnes.delmas@insa-lyon.fr, 04 72 43 88 12.

Encadrant : Maxime Roger, Maître de conférences, maxime.roger@insa-lyon.fr, 04 72 43 82 51.

Financement : Thèse financée par une allocation du ministère de la recherche
