

SUJET DE THESE

Année 2016

www.lemta.univ-lorraine.fr

TITRE :

Absorbeurs de rayonnement volumiques à base de mousses céramiques

ENCADREMENT :

Prénom, Nom : Gilles Parent et Vincent Schick

Email et téléphone :

gilles.parent@univ-lorraine.fr

tel 03.83.59.56.03

vincent.schick@univ-lorraine.fr

tel 03.83.59.57.11

Adresse Postale :

LEMMA - ENSEM – 2 avenue de la Forêt de Haye TSA 60604

CNRS UMR 7563

54518 Vandœuvre les Nancy cedex

Lien de la page web professionnelle personnelle :

http://lemta.univ-lorraine.fr/data/pages_pro/G.Parent.pdf

http://lemta.univ-lorraine.fr/data/pages_pro/V.Schick.pdf

NATURE DU TRAVAIL:

Expérimental et modélisation

Contexte scientifique

Dans le contexte actuel de réduction des gaz à effet de serre, l'amélioration de l'efficacité énergétique dans les industries mettant en œuvre des procédés à haute température (métallurgie, sidérurgie, cimenteries, industrie verrière) passe, entre autre, par le développement de solutions de récupération / stockage / transport de chaleur à haute température. Pour des niveaux élevés de température, le rayonnement thermique prend une part prépondérante dans les transferts de chaleurs. Des absorbeurs volumiques formés de mousses céramiques de type SiC à forte taille de porosité (< 10 ppi), cf figure ci-dessous,

apparaissent comme une solution efficace pour absorber le rayonnement. De tels absorbeurs font l'objet d'un intérêt grandissant dans le domaine du solaire thermique (laboratoire PROMES).



Exemples de mousse en carbure de silicium (SiC)

Un tel milieu présente l'avantage d'augmenter significativement les surfaces spécifiques d'échanges (par rapport à une simple paroi absorbante) en gardant une taille de porosité suffisamment grande pour que les pertes de charge pour le fluide caloporteur qui le traverse ne soient pas trop importantes. L'utilisation d'un matériau de type SiC se justifie par sa bonne tenue mécanique, sa faible réactivité à hautes températures (inerte entre [500°C-1000°C]) et surtout par sa bonne conductivité thermique. L'optimisation de ce type d'échangeurs reste encore aujourd'hui, du fait de la complexité de sa modélisation, très empirique. L'objectif de ce travail est de proposer une modélisation de ce type de matériaux poreux qui soit la plus pertinente possible du point de vue des transferts de chaleurs couplés et des échanges thermiques.

Présentation du sujet de thèse

Point de départ

La mise en œuvre de ce type de mousse dans des échangeurs est une réalité, cependant les études réalisées à l'heure actuelle portent surtout sur l'aspect fonctionnement pilote de ces échangeurs et sur les capacités de transfert des mousses.

L'étude que nous proposons via ce projet aborde deux aspects amont importants : 1/ la modélisation des transferts thermiques (conduction, convection et rayonnement) et 2/ la caractérisation des propriétés thermophysiques de ces matériaux à hautes températures. Ces points sont un préalable important à la mise en œuvre d'échangeurs pour la récupération de chaleur.

Objectif et mise en œuvre

L'état de l'art fait apparaître certaines lacunes au niveau de la caractérisation des propriétés thermiques des mousses céramiques pour échangeurs. L'objectif proposé pour cette étude est double :

- Réaliser la modélisation thermique des propriétés thermiques et radiatives intrinsèques du matériau à hautes températures en appliquant une technique d'homogénéisation novatrice pour le rayonnement (RDFI)
- Déterminer les propriétés thermophysiques (conductivité thermique, diffusivité thermique capacités thermique) à **hautes températures** de différents types de mousse (mesure par méthode transitoire) via un dispositif de caractérisation expérimentale de mesure de la diffusivité thermique à haute température (LaserFlash 3D) développé au LEMTA.

En plus du développement d'une méthode d'homogénéisation thermique et de métrologie avancée adaptée à ce type de matériau, cette étude a pour objectif de caractériser des **mousses à matrices structurées aux propriétés anisotropes**. Ce projet propose de fournir les propriétés thermiques (conductivité équivalente de la structure) et radiatives optimales (épaisseur optique), ainsi que le modèle des transferts couplés dans les mousses pour optimiser les structures (par exemple créer des mousses anisotropes qui absorbent le rayonnement dans une direction et dont les propriétés dans une autre direction permettent de favoriser les échanges avec le fluide caloporteur)

Compétences requises :

- Connaissances avancées en transfert thermique, plus particulièrement en transfert couplé rayonnement/conduction;
- Connaissances en méthodes inverses appliquées en transfert thermique;
- Connaissances en métrologie thermique (mesure de température, flux et propriétés thermophysiques) ;
- Maîtrise d'outils numérique éléments finis (COMSOL, FLEXPDE) et MATLAB;
- Rigueur, méthodologie et capacité à communiquer

Présentation de l'environnement de recherche

Unité Mixte de Recherche de l'université et du CNRS, le LEMTA (Laboratoire d'Energétique et de Mécanique Théorique et Appliquée, UMR 7563) concentre ses recherches autour de la Mécanique et de l'Energie. Les activités de recherche s'articulent autour de la mécanique des fluides, de l'énergie, des transferts thermiques et de la mécanique du solide. Organisé en trois groupes de recherche (Milieux fluides, réactifs, multiphasiques ; Mécanique des matériaux et structures ; Energie et Transferts), le Laboratoire développe ses recherches autour de trois domaines d'excellence : la métrologie dans les milieux complexes, la modélisation multi-physique multi-échelle et les milieux multiphasiques.

La thèse se déroulera au sein du groupe Energies et transfert. Les activités du groupe reposent sur l'analyse physique, la compréhension, la modélisation et la simulation des phénomènes de transfert. L'accent est mis sur le traitement des phénomènes couplés et le caractère hétérogène, multi-échelle ou multiphasique des milieux étudiés. La métrologie thermique y joue un rôle central. Le développement de modèles physiques réduits constitue ici une préoccupation majeure. Le groupe s'articule autour des thématiques scientifiques suivantes :

- Caractérisation thermique, techniques inverses
- Rayonnement thermique dans les milieux semi-transparentes
- Transferts en milieux poreux
- Piles à combustible et systèmes

FINANCEMENT :

Allocation de recherche sous réserve d'accord du ministère de la recherche