

Modélisation ultra-rapide des transferts radiatifs dans un four de réchauffage sidérurgique par la méthode zonale à coefficients d'absorption multiples.

Boutros GHANEM, Khalil EL-KHOURY, Walter YUEN, Maroun NEMER*

Ecole des Mines de Paris, Centre Énergétique et Procédés,

5, Rue Léon Blum – Palaiseau 91120

Phone: + 33 1 69 19 17 12, Fax: +33 1 69 19 45 01

(*maroun.nemer@mines-paristech.fr)

La méthode zonale à coefficients d'absorption multiples (MACZM) pour la modélisation des coefficients de transferts radiatifs dans les milieux transparents et semi-transparentes est implémentée et validée numériquement. Cette méthode a été d'abord développée par W. Yuen. Elle est dérivée de la méthode zonale dans laquelle est introduite une nouvelle définition des facteurs d'échange génériques (GEFs), qui est mieux adaptée aux milieux semi-transparentes. La méthode s'avère très efficace pour la modélisation des transferts radiatifs dans les milieux semi-transparentes. Des réseaux de neurones artificiels sont associés au calcul des coefficients d'échange génériques, afin d'accélérer l'algorithme de résolution. La méthode et les réseaux de neurones qui lui sont associés sont décrits brièvement et sont implémentés sur des milieux discrétisés en voxels (volumes élémentaires). Une autre méthode de calcul des coefficients d'échange radiatifs, la méthode des flux plans est aussi décrite. Afin de vérifier la deuxième méthode et de valider la première, les deux méthodes sont appliquées sur des cas élémentaires où sont calculés les coefficients d'échange radiatifs directs entre deux voxels dans un milieu semi-transparent. Les résultats des deux méthodes sont validés par comparaison à des valeurs de la littérature correspondantes à des calculs exacts. La méthode zonale à coefficients d'absorption multiples est donc validée. La combinaison de la méthode discrète avec les réseaux de neurones artificiels aboutit à des temps de calcul très courts. La rapidité de l'algorithme ainsi que sa validité dans les milieux semi-transparentes rendent la méthode très intéressante pour la modélisation dynamique des systèmes mettant en jeu des milieux semi-transparentes.

Afin de valider la méthode sur une application générale et de mettre en évidence la vitesse de résolution algorithmique, on considère un four d'essais de réchauffage sidérurgique de brames. Le four est rempli par des fumées constituant un milieu semi-transparent. L'étude thermique et la simulation des courbes de chauffe dans le four ont été effectuées précédemment avec une approche utilisant une méthode nodale et des facteurs d'échanges radiatifs générés par la méthode des flux plans. Les résultats obtenus sur le four d'essais considéré sont validés expérimentalement. Dans ce travail, on recalcule les coefficients d'échanges radiatifs sur le four d'essais considéré par la méthode zonale à coefficients d'absorption multiples. La méthode des revêtements permettant de calculer les facteurs de transferts radiatifs directs à partir des facteurs totaux est aussi décrite brièvement. Les valeurs obtenues par la méthode zonale à coefficients d'absorption multiples sont comparées aux valeurs calculées par la méthode des flux plans appliquée au four. Les différences sont minimales et la méthode est donc validée. D'autre part, la méthode zonale à coefficients d'absorption multiples est nettement plus rapide et les temps de calcul obtenus sont très courts. La méthode est donc efficace pour les milieux semi-transparentes et compte tenu de sa rapidité elle présente grand intérêt pour les applications dynamiques.