

L'approche multispectrale

Une reformulation générale des approches en k -distributions



Frédéric ANDRE⁽¹⁾ (frederic.andre@insa-lyon.fr), Mathieu GALTIER⁽¹⁾, Longfeng HOU⁽¹⁾, Vladimir P. SOLOVJOV⁽²⁾, Brent W. WEBB⁽²⁾

(1) Université de Lyon, CNRS, INSA-Lyon, CETHIL, UMR5008, F-69621, France

(2) Brigham Young University, Department of Mechanical Engineering CTB 435, Provo, UT 84602, USA

PRINCIPE GÉNÉRAL DES MÉTHODES EN k -DISTRIBUTIONS

Etant donnée une fonction F du coefficient d'absorption, l'objectif des approches en k -distributions est d'estimer la **valeur moyenne de F sur une bande spectrale de largeur $\Delta\eta$** (supposée ici suffisamment faible pour négliger sa dépendance avec la fonction de Planck) par une intégrale de la forme :

$$F^{\Delta\eta} = \frac{1}{\Delta\eta} \int_{\Delta\eta} F(\kappa_\eta) d\eta = \int_0^{+\infty} F(k) dg(k) \text{ avec } g(k) = \frac{1}{\Delta\eta} \int_{\Delta\eta} H[k - \kappa_\eta(T)] d\eta$$

La relation précédente peut être étendue en anisotherme hétérogène en remplaçant la k -distribution usuelle par une **distribution à n variables** :

$$F^{\Delta\eta} = \frac{1}{\Delta\eta} \int_{\Delta\eta} F[\kappa_\eta(T_1), \kappa_\eta(T_2), \dots, \kappa_\eta(T_n)] d\eta$$

$$= \underbrace{\int_0^{+\infty} \int_0^{+\infty} \dots \int_0^{+\infty}}_{n \text{ integrales}} F(k_1, k_2, \dots, k_n) dg_n(k_1, k_2, \dots, k_n)$$

Tout le problème du transfert radiatif dans les gaz consiste à estimer cette intégrale multiple.

MULTISPECTRAL = construction de sous-intervalles spectraux à partir d'analyse de fonctions de « scaling » (CLUSTERS FONCTIONNELS)

$$g_n(k_1, k_2, \dots, k_n) = \frac{1}{\Delta\eta} \int_{\Delta\eta} H[k_1 - \kappa_\eta(T_1)] H[k_2 - \kappa_\eta(T_2)] \dots H[k_n - \kappa_\eta(T_n)] d\eta$$

EXEMPLE : APPLICATION AU CALCUL DES TRANSMITTIVITES

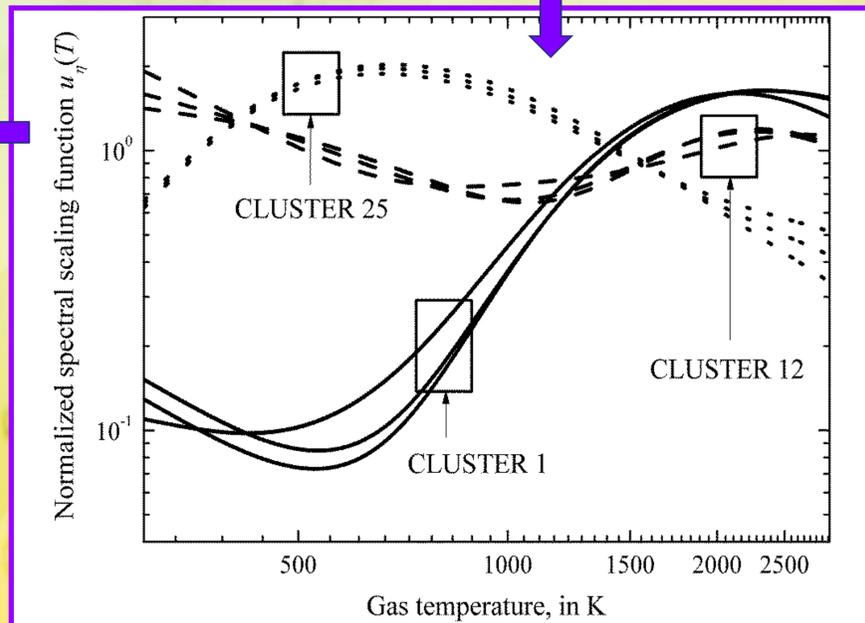
$$\tau^{\Delta\eta}(L) = \frac{1}{\Delta\eta} \int_{\Delta\eta} \exp[-xP\kappa_\eta(T)L] d\eta$$

$$\approx \sum_{p=1}^P \frac{\Delta\eta(u_p)}{\Delta\eta} \int_0^{+\infty} \exp[-xP k^{ref} \cdot u_p(\phi) L] dg_p(k^{ref}, \phi^{ref})$$

Découpage spectral issu du Clustering

$$\int_0^{+\infty} \exp(-kL) dg_p(k, \phi) = \int_0^{+\infty} \exp[-k^{ref} L u_p] dg_p(k^{ref}, \phi^{ref})$$

u_p définie de façon implicite

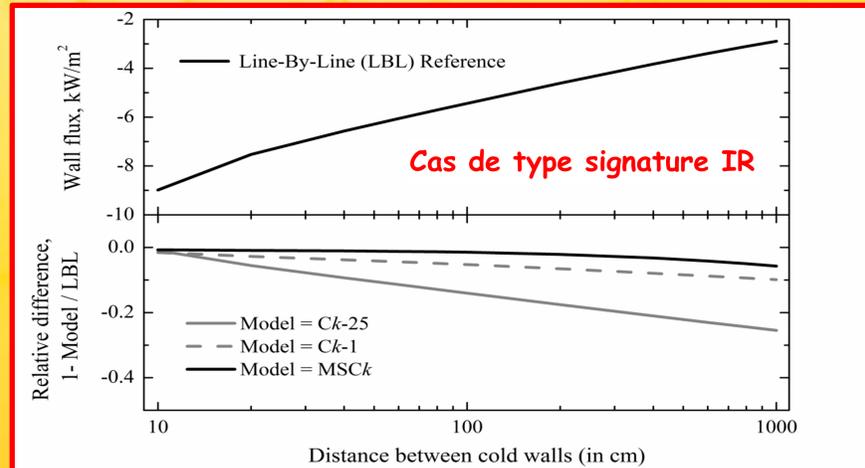


L'approche multispectrale est une reformulation des techniques dites de mapping.

Elle s'est avérée extrêmement précise pour des **calculs fortement anisothermes**.

Avantage par rapport aux techniques de mapping usuelles = les clusters (sous-intervalles spectraux) peuvent être construits une fois pour toute.

Le cadre théorique permettant de construire ces sous-intervalles existe (Analyse de données fonctionnelles).



L'approche Multispectrale permet d'améliorer nettement les modèles en k -distributions sur des trajets non uniformes (anisothermes hétérogènes).

La construction de sous-intervalles spectraux s'appuie sur des outils mathématiques bien maîtrisés.

La technique permet de **s'affranchir en partie de l'hypothèse de corrélation**, source principale d'erreur des k -distributions en non uniforme. **Un simple facteur 2 en terme de coût de calcul (par rapport à un CK-25, modèle usuel) permet souvent de reproduire la précision d'un CK-1.**