

Modèle L.E.S INVARIANT

Nazir Al Sayed

Les équations des Navier-Stokes filtrées :

$$\begin{cases} \frac{\partial \bar{u}}{\partial t} + \operatorname{div}(\bar{u} \otimes \bar{u}) + \frac{1}{\rho} \nabla \bar{p} - 2\nu \operatorname{div} \bar{S} - \beta g \bar{\theta} e_g + \operatorname{div} \tau = 0 \\ \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial t} + \operatorname{div}(\bar{u} \bar{\theta}) - \kappa \operatorname{div}(\nabla \bar{\theta}) + \operatorname{div} h = 0 \\ \operatorname{div} \bar{u} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Où

1. $\tau = \overline{u \otimes u} - \bar{u} \otimes \bar{u}$ est le tenseur de sous-maille à modéliser
2. $h = \overline{\theta u} - \bar{\theta} \bar{u}$ le flux de sous-maille à modéliser.

Modèle Invariant linéaire.

$$\begin{cases} -\tau^d = \nu C_m \left(-\det \bar{S} \frac{1}{\|\bar{S}\|^3} \bar{S} + \operatorname{Adj}^d \bar{S} \frac{1}{\|\bar{S}\|} \right), \\ -h = \kappa C_t \det \bar{S} \frac{1}{\|\bar{S}\|^3} \bar{\mathbb{T}}, \end{cases} \quad (2)$$

où

\bar{S} le tenseur des taux de déformation :

$$\bar{S} = \frac{1}{2} (\nabla \bar{u} + \nabla^t \bar{u}),$$

Adj est l'opérateur adjugué ou comatrice tel que :

$$\bar{S} \cdot (\operatorname{Adj} \bar{S}) = (\det \bar{S}) I_d,$$

\det : déterminant

C_m et C_t constantes du modèle à déterminer par une méthode [dynamique](#) suivante :

$$C_m = \frac{M_{ij} L_{ij}}{M_{ij}^2}$$

avec : $M_{ij} = \alpha_{ij} - \widetilde{\beta}_{ij}$

$\widetilde{*}$: Second filtre

$$\alpha_{ij} = \nu \widetilde{\delta} \left[-\det \widetilde{S} \frac{1}{\|\widetilde{S}\|^3} \widetilde{S} + \text{Adj}^d \widetilde{S} \frac{1}{\|\widetilde{S}\|} \right]$$

$$\beta_{ij} = \nu \overline{\delta} \left[-\det \overline{S} \frac{1}{\|\overline{S}\|^3} \overline{S} + \text{Adj}^d \overline{S} \frac{1}{\|\overline{S}\|} \right]$$

$$L_{ij} = \widetilde{\overline{u}_i \otimes \overline{u}_j} - \widetilde{u}_i \otimes \widetilde{u}_j,$$

Dans le fichier **coninvariantdyn.F** j'ai calculé la constante C_m , puis j'appel cette constante dans le fichier **vissmaminvariant.F** là où je calcule τ^d .