

Sommaire :

1. Introduction aux écoulements turbulents

- Définition et caractéristiques de la turbulence
- Écoulements laminaires et turbulents
- Fluctuations turbulentes
- Échelles caractéristiques de la turbulence
- Nombre de Reynolds
- Structure des écoulements turbulents

2. Fondements mathématiques et physiques

- Équations de conservation
- Équations de Navier-Stokes
- Décomposition de Reynolds
- Moyennage des équations
- Équations des grandeurs turbulentes
- Corrélations et moments statistiques

3. Phénoménologie de la turbulence

- Cascade d'énergie
- Échelles turbulentes
- Théorie de Kolmogorov
- Spectre d'énergie
- Équilibre énergétique
- Déséquilibre spectral

4. Problème de fermeture

- Origine du problème de fermeture
- Hypothèse de viscosité turbulente
- Modèles statistiques
- Modèles à un point
- Niveaux de fermeture
- Limites des modèles simples

5. Modèles de turbulence à équations de transport

- Équations de transport de l'énergie cinétique turbulente
- Modèles à deux équations
- Échelles de longueur turbulentes
- Modèles de type $k-\epsilon$
- Modèles de type $k-\omega$
- Applications et limites

6. Modélisation au second ordre

- Équations de transport des contraintes de Reynolds

- Fermeture au second ordre
- Modèles des tensions de Reynolds
- Transport d'un scalaire
- Corrélations vitesse–scalaire
- Applications aux écoulements cisailés

7. Effets physiques sur la turbulence

- Effet du nombre de Reynolds
- Effets des parois
- Effets de la gravité
- Effets de la courbure
- Effets de la rotation
- Effets des variations de masse volumique
- Effets du déséquilibre spectral ([PMB Université de Guelma](#))

8. Écoulements turbulents cisailés

- Couches limites turbulentes
- Jets turbulents
- Sillages
- Écoulements en cisaillement
- Mélange turbulent
- Transport turbulent

9. Transport turbulent d'un scalaire

- Transport de chaleur
- Transport de masse
- Diffusion turbulente
- Corrélations entre vitesse et scalaire
- Modèles de fermeture pour les scalaires

10. Simulation numérique de la turbulence

- Principes de la simulation numérique
- Discrétisation des équations
- Méthodes numériques
- Conditions aux limites
- Convergence et stabilité
- Mise en œuvre informatique

11. Simulation des grandes structures — LES

- Principe de la simulation des grandes structures
- Filtrage spatial
- Grandes et petites échelles
- Modélisation des sous-maillages
- Contraintes de sous-maille
- Modèles de sous-maille

- Interactions entre structures tourbillonnaires

12. Comparaison des méthodes de modélisation

- Modèles statistiques
- Modèles au premier ordre
- Modèles au second ordre
- Simulation numérique directe (DNS)
- Simulation des grandes structures (LES)
- Domaines d'application et limites

13. Applications pratiques

- Écoulements internes
- Écoulements externes
- Écoulements cisailés
- Écoulements proches des parois
- Écoulements avec rotation ou courbure
- Écoulements avec transfert thermique ou massique

14. Techniques numériques et tableaux récapitulatifs

- Méthodes de résolution
- Paramètres numériques
- Procédures de calcul
- Choix des modèles
- Mise en œuvre pratique sur ordinateur