



Approche statistique pour les écoulements turbulents pariétaux

Sedat Tardu

Tardu, Sedat (1959-....)

Hermès science publications, Paris

Mécanique des fluides

ISBN: 978-2-7462-3132-0

## Table des Matières

Approche statistique pour les écoulements turbulents pariétaux

Sedat Tardu

Hermes Science

Lavoisier

Préface	9
Jean-Paul Bonnet	
Introduction	11
Chapitre1.Généralités	13
1.1.Introduction	13
1.2.Equations générales	13
1.2.1.Relations Eulériennes	14
1.2.1.1.Equation de continuité	14
1.2.1.2.Equations de quantité de mouvement	14
1.3.Notations	16
1.4.Equations de Reynolds	16
1.5.Concepts de base du mécanisme de transport turbulent	18
1.5.1.Transport d'énergie turbulente	18
1.5.2.Transfert inter-composant	20
1.6.Equation dynamique du tenseur de corrélations	23
1.7.Turbulence homogène	27
1.8.Turbulence homogène isotrope	33
1.9.Turbulence homogène axisymétrique	47
1.10.Echelles turbulentes	49
1.11.Hypothèse de Taylor	52
1.12.Problématique de la modélisation de la turbulence pariétale	53
1.12.1.Simulations numériques directes	53
1.12.2.Mesures	54
Chapitre2.Notions préliminaires. Phénoménologie, fermetures et structure fine	59
2.1.Introduction	59
2.2.Stabilité hydrodynamique et origine de la turbulence pariétale	60
2.2.1.Stabilité linéaire	60
2.2.2.Stabilité secondaire. Nonlinéarité et transition bypass	62
2.3.Equations de Reynolds dans les écoulements internes turbulents	69

2.4.Echelles dans un écoulement pariétal turbulent	69
2.5.Fermetures de type viscosité turbulente	70
2.6.Relations exactes dans un écoulement pleinement développé en canal	75
2.6.1.Champ des contraintes	75
2.6.2.Coefficient de frottement	77
2.6.3.Décomposition «laminaire-turbulente»	79
2.7.Fermetures algébriques de type longueur de mélange dans les écoulements internes	79
2.8.Quelques illustrations à travers les simulations numériques directes à faible nombre de Reynolds	83
2.8.1.Intensités turbulentes	84
2.8.2.Structure fine	84
2.8.3.Transport de l'énergie cinétique turbulente et reformulation de la sous-couche logarithmique	87
2.8.4.Transport de la contrainte de Reynolds -(...)	89
2.9.Transition à la turbulence dans une couche limite sur plaque plane	91
2.10.Equations de couche limite turbulente	92
2.11.Vorticité moyenne	97
2.12.Equations intégrales	98
2.13.Echelles dans une couche limite turbulente	100
2.14.Distributions en loi de puissance et approche simplifiée intégrale	100
2.15.Couche externe	103
2.16.Raccordement de Izakson-Millikan-von Mises	105
2.17.Quantités intégrales	106
2.18.Zone de sillage	109
2.19.Coefficient de la traînée dans les écoulements turbulents externes	111
2.20.Comportements asymptotiques près de la paroi	113
2.21.Structures cohérentes pariétales. Introduction sommaire	116
Chapitre3.Echelles internes et externes. Comportement spectral	119
3.1.Introduction	119
3.2.Analyse de <i>Townsend-Perry</i> dans la sous-couche pleinement turbulente	121
3.3.Densités spectrales	124
3.3.1.Vitesse fluctuante longitudinale	124
3.3.2.Vitesse fluctuante transversale	133
3.3.3.Vitesse fluctuante normale à la paroi	134
3.3.4.Contrainte de Reynolds	137
3.3.5.Récapitulation. Structures actives et passives	138
3.4.Indices pour le comportement en (...) et discussion	139
3.5.Densité spectrale $E_{VV}$ et cospectrale $E_{UV}$	145
3.6.Densités spectrales bidimensionnelles	148
Chapitre4.Effets du nombre de Reynolds	153
4.1.Introduction	153
4.2.La constante de von Karman et le groupe de renormalisation	156

4.2.1.Le groupe de renormalisation (RNG)	156
4.2.2.La constante de Von Karman déduite de RNG	157
4.3.Similitude complète et incomplète	162
4.3.1.Considérations générales. Distributions en loi de puissance	162
4.3.2.Implication pour la longueur de mélange	169
4.4.Symétries et ses conséquences	172
4.4.1.Symétries de Lie	172
4.4.2.Application à la turbulence de paroi	174
4.4.2.1.Profil linéaire	177
4.4.2.2.Profil algébrique	177
4.4.2.3.Profil logarithmique	178
4.4.2.4.Profil exponentiel	178
4.5.Principe de l'invariance asymptotique. Approche de W.K.George	180
4.5.1.Ecoulements internes	180
4.5.2.Ecoulements externes	196
4.6.Distribution de la vitesse moyenne. Synthèse	203
4.7.Structures attachées de Townsend	203
4.7.1.Concept des structures attachées	203
4.7.2.Corrélations croisées	204
4.7.3.Cisaillage moyen	210
4.7.4.Généralisation. Correspondance des constantes avec le paramètre de Coles	211
4.7.5.Concordance spectrale. Généralisation	215
4.7.6.Généralisation pour l'intensité des fluctuations longitudinales	216
4.7.7.Intensité turbulente des fluctuations transversales	222
4.7.8.Intensité turbulente des fluctuations normales à la paroi	229
4.7.9.Contrainte de Reynolds (...)	234
4.7.9.1.Distribution dans la zone exponentielle	234
4.7.9.2.Distribution composite dans les écoulements internes	240
4.7.9.3.Distribution de la valeur maximum de la contrainte de Reynolds dans les écoulements externes	245
4.8.Zone de recouvrement dans les écoulements internes	247
4.9.Corrélations en deux points	250
4.9.1.Symétries des corrélations en deux points	250
4.9.2.Confrontations aux résultats expérimentaux	254
4.10.Structures actives et passives de Townsend	259
4.10.1.Décomposition et échelles	260
4.10.2.Effets des structures internes (actives) et externes (passives) sur la dynamique pariétale	265
4.11.Structure fine	269
Chapitre5.Vorticité	279
5.1.Introduction	279
5.2.Caractéristiques générales de la vorticité	279

5.3. Contraintes de Reynolds et transport de la vorticité	282
5.4. Caractéristiques du champ de vorticité près de la paroi	284
5.5. Statistiques et structure fine	290
5.6. Transport de la vorticité	298
5.6.1. Vorticité moyenne	298
5.6.2. Transport des termes de corrélations de vorticité et enstrophie	300
5.7. Estimation de l'importance de la non linéarité près de la paroi	306
5.8. Mesures	308
Principales notations	311
Indices et exposants	313
Symboles grecs	314
Abréviations	315
Bibliographie	317