

SCIENCES SUP

*Cours et exercices corrigés*

Écoles d'ingénieurs • Masters

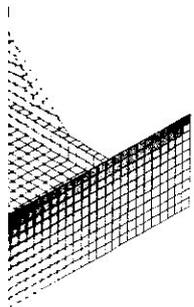
# MODÉLISATION PAR ÉLÉMENTS FINIS

3<sup>e</sup> édition

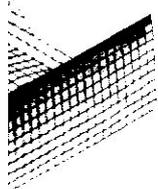
*Jean-Charles Craveur*

DUNOD

s équivalentes en  
elles dépassent la  
Pa. L'objet de ce  
onscience que ne  
résultats qui ne  
ensionnements.



en peau (200°C)



peau (200°C) avec

## INDEX

- Accélérations modales, 213
- Ame, 247
- Amortissement de Coulomb, 208
- Amortissement numérique, 217
- Amortissement visqueux, 208
- Amortissements, 181
- Analogie de Duhamel, 166
- Analyse modale, 179
- Analyses fréquentielles, 180
- Analyses temporelles, 180
- Approche cinématique, 27
- Approche de dupuis, 301
- Approche statique, 28
- Assemblage, 57
- Axes locaux, 279
- Axes propres, 57
- Axisymétrie, 18, 145
  
- Barre, 81
- Bases fonctionnelles, 39
- Batoz, 116
- Blocage en cisaillement, 93, 132, 139
  
- Charge centrifuge, 172
- Charge critique, 300
- Charge critique d'Euler, 300
- Chargement thermique, 177
- Charges conservatives, 32
- Charges nodales, 55
- Charges ponctuelles, 55
- Charges réparties, 55
- Cinématiquement admissible, 26
- Clough, 115
- Coefficient de charge critique, 300
- Coefficient de dilatation thermique, 164
- Coefficient de Poisson, 11
- Coefficients d'amortissement généralisé, 209
- Coeur, 247
  
- Collage de maillages, 80
- Collocation par points, 24
- Collocation par sous-domaine, 24
- Complétude, 36
- Condensation, 41
- Conditionnement numérique, 64
- Conditions aux limites, 59
- Conditions cinématiques, 26
- Conditions de planeité, 172
- Conditions statiques, 26
- Connecteurs, 38
- Contact, 141, 175, 264
- Continuité inter-éléments, 35
- Contrainte circonférentielle, 19
- Contrainte équivalente, 14
- Contrainte hydrostatique, 9
- Contrainte normale, 3
- Contraintes de cisaillement, 3
- Contraintes de peau, 140
- Contraintes extrapolées, 76
- Contraintes interlaminaires, 249
- Contraintes moyennes, 75
- Contraintes principales, 8
- Contraintes résiduelles, 168
- Contraintes tangentielles, 3
- Contraintes thermiques, 163
- Contraintes-déformations, 110
- Coordonnées intrinsèques, 44
- Coordonnées généralisées, 26, 37
- Coque axisymétrique, 147
- Coque heterosis, 118
- Coques, 117
- Corps rigide, 281, 290
- Correction de flexibilité résiduelle, 133
- Cote normale initiale, 120
- Couche, 237
- Courbure, 111
- Craig et Bampton, 233
- Critère de Hashin, 242
- Critère de la contrainte maximale, 241

- Critère de la déformation maximale, 241
- Critère de limite élastique, 14
- Critère de rupture, 240
- Critère de Tresca, 15
- Critère de Tsai-Hill, 241
- Critère de Von Mises, 15
- Déformation angulaire, 10
- Déformation tangentielle, 19
- Déformations, 10
- Degrés de liberté condensés, 228
- Degrés de liberté retenus, 228
- Déversement, 305
- Direction axiale, 145
- Direction radiale, 145
- Distorsion angulaire, 10
- DKQ, 116
- DKT, 116
- Drapage, 236
- Drilling dof, 118
- DSQ, 117
- DST, 117
- Facteur de charge, 221
- Faisceau des contraintes, 3
- Feuillelet moyen, 16, 91, 105
- Fibre neutre, 81, 125
- Flexion inextensionnelle, 107
- Flux d'efforts, 92
- Fonction d'interpolation, 26, 35
- Fonction de forme, 22, 26, 35
- Fonctions d'essai, 22
- Fonctions tests, 22
- Forces d'inerties, 183
- Formulation faible, 25
- Formulation forte, 22
- Formule de Guyan, 229
- Formule de Simpson, 48
- Formules de Newton-Cotes, 48
- Fraeijs de Veubeke, 115
- Fréquence propre, 182
- Fretage, 263
- Frottement dynamique, 208
- Frottement sec, 208
- Frottement statique, 208
- Gap element, 264
- Hamad, 117
- Hencky, 106
- Hexaèdre, 139
- Homogénéisation, 237
- Hypo-statique, 65
- Hypothèse de Basile, 211
- Hypothèse de Bernoulli, 130
- Hypothèse de Rayleigh, 210
- Intégration analytique, 87
- Intégration directe, 207
- Intégration exacte, 87
- Intégration numérique, 46
- Intégration réduite, 51, 88
- Intensité modale, 209, 234
- Isotropes transverses, 238
- Ileres, 201
- Jacobien, 46
- Kirchhoff (plaques de), 106
- Lamine, 236
- Largeur de bande, 56
- Largeur de front, 56
- Lissage, 76
- Loi constitutive, 11
- Loi de compliance, 237
- Maillages adaptatifs, 78
- Marguerre, 117, 120
- Masse effective, 185
- Masse généralisée, 183
- Masses additionnelles, 225
- Masses ponctuelles, 188
- Mat, 235
- Matériau isotrope, 11
- Matériau orthotrope, 237
- Matériau sandwich, 247
- Matériaux homogènes, 11
- Matériaux incompressibles, 12
- Matrice, 235
- Matrice de connexion, 38
- Matrice de flexibilité dynamique, 198
- Matrice de Hooke, 11
- Matrice de masse, 180
- Matrice de masse cohérente, 187
- Matrice de membrane, 244
- Matrice de raideur, 46
- Matrice de raideur géométrique, 170, 299
- Matrice de raideur initiale, 299
- Matrice de raideur tangente, 169, 299
- Matrice des contraintes, 4, 61
- Matrice des modes contraints, 232
- Matrice d'itération, 198
- Matrice jacobienne, 46
- Membranes axisymétriques, 147
- Méthode de Galerkin, 24
- Méthode de Gauss, 48, 58
- Méthode de Jacobi, 199
- Méthode de la puissance, 200
- Méthode de Lanczos, 203
- Méthode de multi-itération, 202
- Méthode de pénalisation, 60, 264
- Méthode de Ritz, 27
- Méthode des déplacements, 57
- Méthode des modes composants, 233
- Méthode des super-éléments, 227
- Méthode directe, 222
- Méthode H, 31
- Méthode P, 31
- Méthodes universelles, 21
- Méthodes variationnelles, 27
- Mindlin (plaques de), 106
- Mode critique, 300
- Mode rigide, 37, 65, 184
- Modes bulles, 41
- Modes cinématiques parasites
- Modes contraints, 234
- Modes normaux, 234
- Modes propres, 180
- Module de glissement, 11
- Module de Young, 11
- Module d'élasticité, 11
- Moment de flexion, 110
- Moment de torsion, 110
- Moments-courbures, 110
- Morley, 115
- Multiplicateurs de Lagrange, 7
- Offset, 121, 134, 292
- Partie déviatorique, 9
- Patch-test, 53
- Peau intérieure, 121
- Peau supérieure, 121
- Peaux, 247
- Pin-flag, 134
- Pivots, 65
- Pivots négatifs, 70, 176, 204
- Pivots nuls, 205
- Plan méridien, 18, 145
- Plaques, 105
- Plaques d'épaisseur modérée, 10
- Plaques minces, 106
- Pli, 237
- Poids, 23
- Poids de Gauss, 49
- Polynômes de Lagrange, 41
- Pourcentage d'amortissement critique, 210
- Poutre, 125
- Poutre de Timoshenko, 131
- Poutres axisymétriques, 147
- Pré-contrainte, 167
- Pré-impregnés, 236
- Pression hydrostatique, 296
- Facette, 2

- Problème aux valeurs propres internes, 231  
 Problème d'interaction, 203  
 Pulsation propre, 182  
  
 Quotient de Rayleigh, 183  
  
 Raccord homogène, 155  
 Raideur généralisée, 183  
 Réactions, 59  
 Réciprocité des contraintes tangentielles, 6  
 Règle de Hammer, 50  
 Règle de Radau, 50  
 Règle du trapèze, 48  
 Reissner, 106  
 Relation cinématique, 68  
 Renforts, 235  
 Repères principaux, 8  
 Réponse harmonique, 207, 221  
 Réponse transitoire, 207  
 Résidus pondérés, 21  
 Rigidité flexionnelle, 111  
 Rotations de section, 108  
  
 Sandwich, 236  
 Schéma de Newmark, 217  
 Schéma explicite, 217  
 Schéma implicite, 216  
 Schéma monopas, 216  
 Schéma multi-pas, 216  
 Schémas d'intégration, 215  
 Sous-structuration, 227  
 Sparse solvers, 56  
 Stabilité conditionnelle, 219  
 Stabilité inconditionnelle, 219  
  
 Stabilité linéaire, 299  
 Stratifié, 236  
 Stratifié équilibre, 245  
 Structures faiblement dissipatives, 181  
 Super-élément dynamique, 232  
 Superposition modale, 207  
 Surface anticlastique, 111  
 Surface de plasticité, 14  
 Symétrie cyclique, 171  
 Symétrie miroir, 244  
  
 Tenseur des contraintes, 4  
 Tenseur des déformations, 10  
 Tenseur isotrope, 9  
 Tenseur sphérique, 9  
 Tetraèdres, 138  
 Théoreme de Castigliano, 74  
 Théoreme des travaux virtuels, 33  
 Théorie de Navier, 131  
 Tissus, 235  
 Translation spectrale, 205  
 Troncature de la base modale, 213  
  
 Unidirectionnels, 235  
  
 Valeurs propres, 182  
 Variables externes, 38  
 Variables internes, 37  
 Vecteur contrainte, 3  
 Vecteur des degrés de liberté, 38  
 Vibrations libres, 180  
 Voilement, 305  
 Volume torique, 146  
  
 Zoom structural, 78, 157

