

Résistance des matériaux par la pratique

Méthodes énergétiques
Poutres continues
Systèmes réticulés
Calcul des ossatures
Méthodes matricielles

2

Jean ROUX

Eyrolles



SOMMAIRE

CHAPITRE 1 : PRÉAMBULE	11
I. Rappels théoriques	11
1. Unités	11
2. Symboles utilisés	12
3. Abréviations utilisées	13
CHAPITRE 2 : DÉFORMATIONS DES POUTRES – FORMULES DE BRESSE	15
I. Rappels théoriques	15
1. Déplacements et déformations des poutres	15
2. Application aux tronçons de poutres droites chargées dans leur plan	18
II. Renvois	25
III. Application	26
Application : Poutre brisée	26
CHAPITRE 3 : THÉORIE DU POTENTIEL INTERNE – MÉTHODES ÉNERGÉTIQUES	31
I. Rappels théoriques	31
1. Énergie de déformation	31
2. Potentiel interne	35
3. Les diverses expressions du potentiel interne	39
4. Théorèmes généraux	43
II. Renvois	65
III. Applications	67
Application n° 1 : Importance relative du moment fléchissant et de l'effort tranchant vis-à-vis du potentiel interne	67
Application n° 2 : Formule de Bertrand de Fontviolant – Console et anneau ouvert	69
Application n° 3 : Théorème de Castigliano – Flèches	73

Application n° 4 : théorème de Castigliano – Réactions d'appui.....	76
Application n° 5 : théorème de Castigliano – Portique.....	78
Application n° 6 : table chargée de façon excentrée.....	83
Application n° 7 : poutres croisées.....	87

CHAPITRE 4 : POUTRES CONTINUES 91

I. Rappels théoriques	91
1. Théorème des trois moments.....	91
2. Méthode des foyers.....	94
3. Lignes d'influence des sollicitations.....	98
4. Poutres continues sur appuis élastiques – Théorème des cinq moments.....	102
5. Poutres sur “sol” élastique.....	108
6. Coefficients de réaction des sols.....	117
II. Renvois	118
III. Applications	119
Application n° 1 : Poutre continue à trois travées encastree.....	119
Application n° 2 : Diagramme enveloppe du moment fléchissant.....	123
Application n° 3 : Effet d'une dénivellation d'appui imposée.....	134
Application n° 4 : Cadre fermé.....	139
Application n° 5 : Pont continu sur appuis élastiques.....	142
Application n° 6 : Pont flottant.....	147

CHAPITRE 5 : STRUCTURES EN TREILLIS 157

I. Rappels théoriques	157
1. Introduction.....	157
2. Méthodes usuelles de calcul des efforts dans les barres.....	160
3. Calcul analytique des treillis plans.....	165
4. Cas des structures spatiales.....	170
5. Déplacements imposés des nœuds.....	172
6. Effet de la rigidité des nœuds.....	173
II. Renvois	175
III. Applications	176
Application n° 1 : Système réticule isostatique simple.....	176
Application n° 2 : Poutre à treillis.....	185
Application n° 3 : Structure spatiale de révolution.....	191

CHAPITRE 6 : CALCUL DES OSSATURES – MÉTHODE DES DÉPLACEMENTS **201**

I. Rappels théoriques	201
1. Introduction.....	201
2. Couples action nœud sur barre.....	203
3. Méthode de relaxation de Hardy-Cross.....	207
4. Méthode des rotations.....	213
5. Cas des structures non régulières.....	214
6. Méthode des déplacements.....	218
II. Renvois	225
III. Applications	229
Application n° 1 : Portique symétrique chargé symétriquement.....	229
Application n° 2 : Portique à nœuds déplaçables.....	236
Application n° 3 : Portique à deux travées.....	244
Application n° 4 : Portique articulé.....	250
Application n° 5 : Portique-dilatation thermique.....	253
Application n° 6 : Poutre continue à trois travées encastree.....	257
Application n° 7 : Inconnues pour la méthode des déplacements.....	261

CHAPITRE 7 : MÉTHODE DES FORCES – MÉTHODE DES COUPURES **265**

I. Rappels théoriques	265
1. Hyperstaticité extérieure et intérieure.....	265
2. Méthode des coupures ou des forces.....	268
3. Application de la méthode des coupures.....	273
4. Cas des déplacements imposés.....	277
5. Cas des structures avec appuis élastiques.....	279
6. Structures symétriques – Réduction du degré d'hyperstaticité.....	281
7. Simplification par réduction de l'ordre des équations de la méthode des coupures.....	283
8. Application de la méthode des coupures aux poutres continues.....	288
9. Effet de la précontrainte.....	295
II. Renvois	302
III. Applications	303
Application n° 1 : Degré d'indétermination statique total.....	303
Application n° 2 : Poutre à treillis.....	307
Application n° 3 : Portique-Chargement dissymétrique.....	311
Application n° 4 : Portique à traverse articulée.....	314

Application n° 5 : Portique sur appui élastique.....	318
Application n° 6 : Cadre symétrique.....	322
Application n° 7 : Portique à traverse brisée.....	326
Application n° 8 : Poutre suspendue par des haubans.....	332
Application n° 9 : Structure composite poutre + barres.....	338
Application n° 10 : Poutre continue-Dénivellation d'appui.....	341
Application n° 11 : Poutre continue précontrainte.....	344
CHAPITRE 8 : THÉORIE DU CENTRE ÉLASTIQUE	
	349
I. Rappels théoriques	349
1. Méthode des coupures.....	349
2. Diagonalisation des équations de la méthode des coupures.....	351
II. Applications	353
Application n° 1 : Cadre fermé sur deux appuis.....	353
Application n° 2 : Arc bi-encasté.....	359
CHAPITRE 9 : QUADRUPLE QUADRATURE	
	367
I. Rappels théoriques	367
1. Opérateurs de Dirac et de Heaviside.....	367
2. Quadruple quadrature.....	370
II. Renvois	379
III. Applications	380
Application n° 1 : Travée isostatique.....	380
Application n° 2 : Poutre bi-encastée partiellement chargée.....	382
Application n° 3 : Poutre continue encastée.....	386
CHAPITRE 10 : MATRICES TRANSFERT	
	393
I. Rappels théoriques	393
1. Équations différentielles fondamentales des poutres droites.....	393
2. Matrice transfert d'une poutre droite.....	395
3. Traitement des discontinuités.....	397
4. Poutres continues.....	401
5. Poutres continues sur sol élastique.....	405

II. Renvois	411
III. Applications	415
Application n° 1 : Poutre continue sur appui élastique.....	415
Application n° 2 : Poutre partiellement encastree.....	423
Application n° 3 : Poutre sur sol élastique.....	426
Application n° 4 : Pieu encastree en pied.....	428
NOTATIONS-SYMBOLS	433
INDEX	441
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	443