

Serge Laroze

P O U T R E S

Mécanique
des
structures

Tome 2

Cepaduès
- éditions -

SOMMAIRE

pages

CHAPITRE PREMIER

GÉOMÉTRIE ET STATIQUE DES POUTRES

1 – DÉFINITIONS	7
2 – ÉTUDE DE LA LIGNE MOYENNE	8
2.1 – Théorème du repère mobile	9
2.2 – Repère de Frenet	10
2.3 – Formules de Frenet	10
3 – ÉTUDE DES SECTIONS DROITES	13
3.1 – Centre de section	13
3.2 – Moments quadratiques de la section droite	14
3.3 – Tenseur des moments quadratiques	15
3.4 – Repère de Frenet et repère principal de la section droite	17
4 – EFFORT SUR UNE SECTION DROITE	18
4.1 – Définition du visseur	18
4.2 – Calcul des composantes du visseur	20
5 – ÉQUATIONS D'ÉQUILIBRE DES POUTRES	24
5.1 – Cas général	24
5.2 – Poutre à plan moyen (xoy) chargée dans ce plan	25
5.3 – Poutre rectiligne à plan moyen (xoy)	26

CHAPITRE II

EFFORT NORMAL

1 – ÉTUDE DE LA BARRE	31
2 – TREILLIS DE BARRES	32
3 – TREILLIS PLANS	33
3.1 – Isostaticité et hyperstaticité	33
3.2 – Equilibre des nœuds	33
3.3 – Déplacements des nœuds	34
3.4 – Calcul d'un treillis plan	35
3.5 – Exemple d'application	35
4 – TREILLIS TRIDIMENSIONNELS	37
4.1 – Isostaticité et hyperstaticité	37
4.2 – Equilibre des nœuds	37
4.3 – Déplacements nodaux	38
4.4 – Méthode générale de calcul	38
5 – EFFORT NORMAL DANS UNE POUTRE QUELCONQUE	38
5.1 – Formules fondamentales	38
5.2 – Mesure de l'effort normal par jauges extensométriques	39
5.3 – Exemples de poutres en traction ou compression	40
6 – STATIQUE DES CABLES	43

CHAPITRE III

MOMENT DE FLEXION

1 – FLEXION PURE D'UNE POUTRE PRISMATIQUE	53
2 – FLEXION GAUCHE D'UNE POUTRE PRISMATIQUE	56
3 – MOMENT FLÉCHISSANT DANS UNE POUTRE QUELCONQUE	56
4 – FLEXION PLANE D'UNE POUTRE CIRCULAIRE À PLAN MOYEN	57

5 – FLEXION PLANE D'UNE POUTRE RECTILIGNE À PLAN MOYEN	58
6 – MESURE DES MOMENTS DE FLEXION PAR JAUGES	64
7 – FORMULAIRE DE LA FLEXION PLANE DES POUTRES PRISMATIQUES	67
8 – DOMAINE DE VALIDITÉ DES FORMULES	75

CHAPITRE IV

TORSION DES POUTRES

1 – TORSION PURE D'UNE POUTRE CYLINDRIQUE DE RÉVOLUTION	77
2 – MESURE DU COUPLE DE TORSION SUR UN ARBRE	80
2.1 – Insensibilité à la température	82
2.2 – Insensibilité à l'effort normal	82
2.3 – Insensibilité au moment de flexion	82
2.4 – Insensibilité à l'effort tranchant	82
3 – TORSION D'UNE POUTRE PLEINE PRISMATIQUE OU CYLINDRIQUE DE SECTION DROITE QUELCONQUE	83
3.1 – Equilibre local	83
3.2 – Loi de Hooke	84
3.3 – Les conditions aux limites	84
3.4 – Relations déformations-déplacements et rotations-déplacements	85
4 – FLUX ET CIRCULATION DU VECTEUR CISSION	88
4.1 – Formule du flux de cission	88
4.2 – Formule de la circulation	89
4.3 – Energie potentielle élastique de torsion	89
4.4 – Cas des poutres prismatiques creuses	90
5 – EXEMPLES D'APPLICATIONS	91
5.1 – Section droite elliptique pleine	91
5.2 – Section triangulaire équilatérale pleine	92
5.3 – Section rectangulaire pleine	93

6 – TORSION DES TUBES PRISMATIQUES MINCES	94
7 – POUTRES NON PRISMATIQUES	99

CHAPITRE V

EFFORT TRANCHANT

1 – THÉORIE DE SAINT-VENANT	103
2 – FLUX ET CIRCULATION DU VECTEUR CISSION	109
2.1 – Formule du flux	109
2.2 – Formule de la circulation	109
3 – ÉNERGIE ET FLÈCHE D'EFFORT TRANCHANT	110
4 – EXEMPLES D'APPLICATION	112
4.1 – Section circulaire pleine	112
4.2 – Section pleine rectangulaire	113
5 – POUTRE PRISMATIQUE CREUSE	115
6 – FLEXION AVEC EFFORT TRANCHANT : CAS GÉNÉRAL	116
7 – APPLICATIONS DE LA FORMULE DE BREDT	119
8 – CISAILLEMENT DES POUTRES MINCES	120
9 – DÉTERMINATION DU CENTRE DE TORSION	126
10 – POUTRES NON PRISMATIQUES	126
11 – MESURE DES EFFORTS TRANCHANTS PAR JAUGES EXTENSOMÉTRIQUES	127

CHAPITRE VI

SOLLICITATIONS COMBINÉES

1 – CONTRAINTES ET DÉFORMATIONS	131
2 – DÉPLACEMENTS ET RIGIDITÉS	132

3 – FORMULES DE BRESSE	134
4 – ÉNERGIE POTENTIELLE ÉLASTIQUE	135
5 – CALCUL D'UNE OSSATURE	137
6 – OSSATURES PLANES	139
7 – EXEMPLES D'APPLICATION	140
7.1 – Anneau dynamométrique	140
7.2 – Calcul d'un cadre	142
7.3 – Calcul d'un portique	143
7.4 – Calcul d'une potence	144
8 – CONCENTRATION DE CONTRAINTES	146

CHAPITRE VII

FLAMBEMENT

1 – STRUCTURES DISCRÈTES	153
1.1 – Equilibre – Stabilité	153
1.2 – Théorème de Lejeune-Dirichlet	154
1.3 – Instabilité – Flambement	155
2 – FLAMBEMENT D'EULER	158
2.1 – Etude du cas parfait	158
2.2 – Influence de la déformation initiale	160
2.3 – Influence de l'excentricité de la charge	162
2.4 – Influence de l'effort tranchant	163
3 – GÉNÉRALISATION DU FLAMBEMENT D'EULER	164
3.1 – Cas se ramenant au problème d'Euler	164
3.2 – Cas général	165
4 – MÉTHODES PRATIQUES DE CALCUL DES CHARGES CRITIQUES	170
4.1 – Marche à suivre générale	170
4.2 – Méthodes approchées	172

5 – DÉVERSEMENT LATÉRAL	175
6 – FLAMBEMENT DES POUTRES COURBES	181
7 – FORMULAIRE POUR LE FLAMBEMENT DES POUTRES	185
7.1 – Flambement par flexion plane des poutres droites comprimées	186
7.2 – Déversement latéral	189
7.3 – Flambement par flexion plane d'arcs comprimés	191