



# Résistance des **matériaux** par la pratique

Action de la température  
Ponts courbes, biais  
Réseaux de poutres croisées  
Instabilité de forme – flambement  
Plasticité. Vibration des structures

**3**

Jean ROUX

 **Eyrolles**

ÉDITIONS EYROLLES  
61, Bld Saint-Germain  
75240 Paris Cedex 05  
www.eyrolles.com



Le code de la propriété intellectuelle du 1<sup>er</sup> juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée notamment dans les établissements d'enseignement, provoquant une baisse brutale des achats de livres, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans autorisation de l'Éditeur ou du Centre Français d'exploitation du droit de Copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris.

© Éditions Eyrolles, 1998, ISBN 2-212-00523-7

# SOMMAIRE

<b>CHAPITRE 1 : PRÉAMBULE</b>	<b>9</b>
1. Unités .....	9
2. Symboles utilisés.....	10
3. Abréviations, représentations et conventions utilisées.....	11
4. Renvois.....	12
<b>CHAPITRE 2 : ACTION DE LA TEMPÉRATURE</b>	<b>13</b>
<b>I. Rappels théoriques</b> .....	<b>13</b>
1. Courbure .....	13
2. Analogie avec la flexion.....	15
3. Cas d'une distribution quelconque de température entre les fibres extrêmes.....	17
4. Calcul par la méthode des forces ou des coupures.....	20
<b>II. Applications</b> .....	<b>26</b>
Application n° 1 : poutres droites.....	26
Application n° 2 : poutres continues.....	33
Application n° 3 : contraintes thermiques dans une poutre annulaire.....	42
Application n° 4 : système reticulé.....	44
Application n° 5 : portique.....	50
Application n° 6 : arc bi-encasté.....	55
<b>CHAPITRE 3 : POUTRES COURBES CHARGÉES PERPENDICULAIREMENT À LEUR PLAN</b>	<b>61</b>
<b>I. Rappels théoriques</b> .....	<b>61</b>
1. Hyperstaticité .....	61
2. Équations intrinsèques des poutres courbes.....	64
3. Déformations des poutres courbes de rayon constant.....	70
4. Travée indépendante courbe de rayon constant - Effet d'une charge concentrée $p$ d'abscisse angulaire $\alpha$ .....	72
5. Travée indépendante courbe de rayon constant - Effet d'une charge uniformément répartie d'intensité $p$ .....	82
6. Travées continues.....	92
7. Poutres continues courbes.....	97
8. Effet de la précontrainte sur une travée courbe.....	100
<b>II. Renvois</b> .....	<b>110</b>



<b>III. APPLICATIONS.....</b>	<b>116</b>
Application n° 1 : consoles - rigidité.....	116
Application n° 2 : travée de pont courbe.....	131

## **CHAPITRE 4 : PONTS BIAIS SOUS CHARGES**

### **VERTICALES**

**143**

<b>I. RAPPELS THÉORIQUES .....</b>	<b>143</b>
1. Travée indépendante .....	143
2. Pont continu sur appuis biais.....	149
<b>II. RENVOIS .....</b>	<b>164</b>
<b>III. APPLICATION .....</b>	<b>165</b>
Application : travée biaise indépendante .....	165

## **CHAPITRE 5 : RÉSEAUX DE POUTRES CROISÉES - DALLES**

### **NERVURÉES**

**171**

<b>I. RAPPELS THÉORIQUES .....</b>	<b>171</b>
1. Équation intrinsèque d'une poutre.....	171
2. Cas des appuis fixes et de la torsion négligée .....	175
3. Développement en série de Fourier – Methode de Ritz.....	177
4. Dalles nervurées sans entretoises intermédiaires .....	182
<b>II. RENVOIS .....</b>	<b>201</b>
<b>III. APPLICATIONS.....</b>	<b>202</b>
Application n° 1 : réseau de poutres avec appuis fixes et torsion négligée.....	202
Application n° 2 : croisement orthogonal de deux poutres .....	208
Application n° 3 : entretoise biaise .....	218
Application n° 4 : développement de charges en série de fourier – Précision .....	224
Application n° 5 : dalle à deux nervures .....	230

## **CHAPITRE 6 : INSTABILITÉ DE FORME – FLAMBEMENT**

**245**

<b>I. RAPPELS THÉORIQUES .....</b>	<b>245</b>
1. Introduction.....	245
2. Force critique de flambement.....	248
3. Sécurité vis-à-vis du flambement.....	263
4. Cas des poutres à inertie variable.....	271

5. Méthode du potentiel interne .....	274
6. Flambement des ossatures .....	277
7. Augmentation de la rigidité apparente d'une poutre en tension .....	285
<b>II. RENVOIS .....</b>	<b>295</b>
<b>III. APPLICATIONS.....</b>	<b>299</b>
Application n° 1 : poutre non chargée tenue latéralement de façon élastique.....	299
Application n° 2 : portique.....	308
Application n° 3 : limites de la théorie d'Euler – Rupture d'une poutre bi-articulée.....	321
Application n° 4 : flambement – Méthode énergétique .....	323
 <b>CHAPITRE 7 : PLASTICITÉ</b>	 <b>327</b>
<b>I. RAPPELS THÉORIQUES .....</b>	<b>327</b>
1. Introduction – Définitions.....	327
2. État-limite en flexion simple .....	330
3. Théorèmes fondamentaux .....	341
<b>II. RENVOIS .....</b>	<b>351</b>
<b>III. APPLICATIONS.....</b>	<b>353</b>
Application n° 1 : poutre continue encastree .....	353
Application n° 2 : structure à barres.....	358
Application n° 3 : poutre continue simple.....	363
Application n° 4 : portique.....	378
 <b>CHAPITRE 8 : VIBRATION DES STRUCTURES</b>	 <b>391</b>
<b>I. RAPPELS THÉORIQUES .....</b>	<b>391</b>
1. Systèmes à un seul degré de liberté.....	391
2. Systèmes à plusieurs degrés de liberté .....	406
3. Effet d'un choc .....	413
4. Vibration des ossatures .....	415
<b>II. RENVOIS .....</b>	<b>420</b>
<b>III. APPLICATIONS.....</b>	<b>421</b>
Application n° 1 : vibration d'une travée indépendante .....	421
Application n° 2 : vibration d'une console .....	425
Application n° 3 : méthode de Vianello–Stodola – Console .....	428

<b>NOTATIONS SYMBOLES</b>	<b>439</b>
<b>INDEX ALPHABÉTIQUE</b>	<b>445</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	<b>449</b>