

# COURS DE STABILITÉ DES CONSTRUCTIONS

PAR

A. VIERENDEEL

Professeur à l'Université de Louvain

Ingénieur en chef honoraire, Directeur du Service Technique de la Flandre Occidentale

Ancien Chef de Service des Ateliers de Construction de La Louvière

Lauréat du Prix du Roi pour l'Architecture Métallique

TOME IV

310 figures, 11 planches

LIVRE I. — Pièces courbes et polygonales

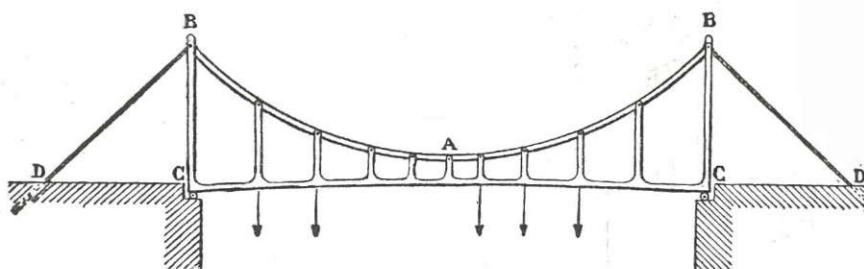
LIVRE II. — Calcul des Poutres Vierendeel

LIVRE III. — Fermes arquées à montants simples

LIVRE]IV. — Pont suspendu rigide sur câble de suspension

LIVRE V. — Calculs simplifiés

LIVRE VI. Poutre Vierendeel et Soudure



CINQUIÈME ÉDITION

LOUVAIN  
LIBRAIRIE UNIVERSITAIRE  
Rue de la Monnaie, 10  
UYSTPRUYST, éditeur

1935

PARIS  
DUNOD, éditeur  
Rue Bonaparte, 92

# TABLE DES MATIÈRES

## LIVRE I

### Pièces courbes et polygonales

#### CHAPITRE I

##### Formules générales de fatigue et de déformation des pièces courbes

§ 1. Pièce courbe dont le rayon de courbure est faible relativement à l'épaisseur celle-ci étant comptée suivant le rayon . . . . .	5
N° 1. Cas général. — Déformations et fatigue . . . . .	5
N° 2. Variation angulaire ( $d\varphi' - d\varphi$ ) en fonction des forces agissant sur la barre . . . . .	9
N° 3. Position de la fibre neutre . . . . .	9
N° 4. Tensions tangentielles $\theta$ . . . . .	10
N° 5. Tracé de la fibre déformée . . . . .	12
N° 6. Cas particulier . . . . .	13
§ 2. Pièce courbe dont le rayon de courbure est grand relativement à l'épaisseur. Pièces courbes à faible épaisseur relative . . . . .	16
§ 3. Pièce droite . . . . .	17
§ 4. Cylindres à parois épaisses : Tuyaux, canons, presses hydrauliques, cuvelages de mines . . . . .	18
N° 10. Détermination de l'épaisseur $e$ . Formule de Brix . . . . .	20
N° 11. Détermination de l'épaisseur $e$ . Formule de Lamé . . . . .	21
N° 12. Pression extérieure. Cuvelage . . . . .	23
N° 13. Effets secondaires . . . . .	24
§ 5. Vases sphériques à parois épaisses. Formule de Lamé. . . . .	29
§ 6. Presses hydrauliques . . . . .	30
N° 16. Fonds des Presses . . . . .	32
N° 17. Piston Plongeur . . . . .	33
N° 18. Comment réaliser une presse puissante. . . . .	33
§ 7. Frettage à chaud . . . . .	34
N° 20. Montage de la frette en acier . . . . .	36
§ 7bis. Frettage à froid . . . . .	39
§ 8. Anneaux circulaires . . . . .	41
N° 21bis. Anneau circulaire étançonné . . . . .	46
§ 9. Anneaux ovales . . . . .	49
N° 23. Anneaux étançonnées . . . . .	51
N° 24. Soudure des maillons . . . . .	52
§ 10. Crochets, (grues, attelages de wagons, etc.) . . . . .	54
§ 11. Tunnels Sous-Fluviaux . . . . .	55
§ 12. Gros Tuyaux pour conduites d'eau . . . . .	62

CHAPITRE II

Pièces courbes à âme pleine ou non  
à grand rayon de courbure relativement à la hauteur des sections  
et à brides parallèles ou peu divergentes

1. Formules générales de déformation dites « Formules de Bresse » . . . . .	65
N° 29. Formules du déplacement d'une section . . . . .	66
N° 30. Résumé du n° 29 . . . . .	72
N° 31. Arc à forte flèche relativement à la portée . . . . .	73
N° 32. Arc à faible flèche relativement à la portée . . . . .	73
N° 33. Exemple . . . . .	74
N° 34. Formules des Fatigues . . . . .	75
N° 35. Applications des formules ci-dessus . . . . .	76
2. Arc à trois articulations . . . . .	76
N° 36. Considérations générales . . . . .	76
N° 37. Calcul des réactions et fatigues . . . . .	77
N° 38. Efforts tranchants . . . . .	80
N° 39. Arc en treillis . . . . .	81
N° 40. Ligne de poussée dans le cas de plusieurs charges . . . . .	82
N° 41. Ligne de poussée pour une charge uniforme . . . . .	84
N° 42. Déformations . . . . .	84
N° 43. Température. Déformations et fatigues . . . . .	86
N° 44. Articulations . . . . .	88
N° 45. Frottement aux articulations . . . . .	89
N° 45 <sup>bis</sup> . Effet perturbateur du frottement . . . . .	90
N° 46. Valeur du frottement . . . . .	91
3. Arc encastré aux naissances et continu à la clef . . . . .	92
N° 47. Première méthode de calcul . . . . .	92
N° 48. Température . . . . .	94
N° 49. Seconde méthode de calcul . . . . .	95
N° 50. Ligne de poussée ou ligne des résultantes successives . . . . .	98
N° 51. Fatigues. — Diagramme des M . . . . .	99
N° 52. Déformations. Déplacement de la section D. . . . .	100
N° 53. Température . . . . .	100
N° 54. Cas particulier d'une pièce droite encastrée aux deux extrémités . . . . .	101
4. Arc encastré aux naissances et une articulation intermédiaire . . . . .	102
N° 55. Méthode générale de calcul . . . . .	102
5. Arc articulé aux naissances et continu à la clef . . . . .	103
N° 56. Appuis à niveaux différents . . . . .	103
N° 57. Appuis de niveau. Charges verticales non symétriques . . . . .	105
N° 58. Appuis de niveau et charges verticales symétriques . . . . .	106
N° 59. Méthode simplifiée . . . . .	107
N° 60. Ligne de poussée. — Fatigues. — Déformations. — Température . . . . .	108
N° 60 <sup>bis</sup> . Lignes d'influence . . . . .	108
N° 61. Forces horizontales. — Ligne de poussée . . . . .	110
N° 62. Cas particulier. — Pièce droite . . . . .	111

§ 6. Arc avec tirant . . . . .	112
N° 63. Tirant droit aux naissances . . . . .	112
N° 64. Force horizontale . . . . .	114
N° 65. Arc avec tirant intermédiaire . . . . .	115
N° 66. Arc avec tirant polygonal reliant les naissances . . . . .	115
§ 7. Choix entre les arcs des § 2 à 6 et exécution. . . . .	118
N° 67. Choix . . . . .	118
N° 68. Exécution . . . . .	120
N° 68bis. Prix . . . . .	121
N° 69. Calculs . . . . .	121
§ 8. Arcs discontinus s'arcboutant . . . . .	123
§ 8. Arcs continus s'arcboutant . . . . .	124
N° 72. Température . . . . .	126
N° 73. Déformations . . . . .	126
§ 10. Volants . . . . .	126

CHAPITRE III

Méthode de l'Étoile

§ 1. Généralités . . . . .	130
§ 2. Arc sur rotules . . . . .	130
§ 3. Arc encastré . . . . .	132
§ 4. Arc sur appuis mobiles . . . . .	134
§ 5. Ossatures diverses . . . . .	135
§ 6. Portique sur rotules . . . . .	138
§ 7. Portique encastré . . . . .	139
§ 8. Déformation . . . . .	140
§ 9. Portiques. Culées d'arc . . . . .	141
§ 10. Applications . . . . .	144
§ 11. Poutres continues sur palées métalliques articulées au pied . . . . .	150
N° 78. Déformations . . . . .	154
N° 79. Température . . . . .	154
N° 80. Poutre continue avec palées aux extrémités . . . . .	155
N° 81. Application . . . . .	155
§ 12. Poutre continue sur palées métalliques à pied encastré . . . . .	157
N° 87. Exercice I . . . . .	160
§ 13. Arcs continus sur palées articulées ou encastrées . . . . .	164

CHAPITRE IV

Calcul d'une ossature gratte-ciel

§ 1. Généralités . . . . .	165
§ 2. Notre méthode. . . . .	168
§ 3. Méthode de Manderia . . . . .	174

CHAPITRE V

Pièces courbes à brides très divergentes

§ 1. Equations générales de la déformation et de la stabilité . . . . .	185
N° 93. Fermes sur rotules. . . . .	185
N° 94. Influence des barres de Treillis . . . . .	190
N° 95. Calcul erroné . . . . .	190

N° 96. Arcs allemands . . . . .	191
N° 97. Fermes de toitures . . . . .	192
N° 98. Pont de Vaur. . . . .	192
N° 99. Type Vaur continu à la clef . . . . .	194
N° 100. Type Vaur avec barres d'amarrage . . . . .	194
N° 101. Les avantages du type Vaur . . . . .	195

CHAPITRE VI

Calcul de la ferme de la Galerie des Machines à l'Exposition de 1878 à Paris

N° 102. Description et charges . . . . .	196
N° 103. Formules . . . . .	198
N° 104. Ferme portant la charge morte seule . . . . .	200
N° 105. Ferme portant la charge morte et la surcharge complète de neige . . . . .	202
N° 106. Charge morte et surcharge de neige sur la demi-ferme de gauche seule. . . . .	202
N° 107. Détermination des Fatigues. . . . .	204
N° 108. Vent . . . . .	206
N° 109. Température. . . . .	207
N° 110. Déformations . . . . .	212
N° 111. Fondations . . . . .	214
N° 112. Variantes . . . . .	215

LIVRE II

Poutres Vierendeel

CHAPITRE I

Généralités

CHAPITRE II

Calcul. — Théorie générale

N° 1. Théorie générale . . . . .	220
N° 1'. Application . . . . .	222

CHAPITRE III

Poutres à brides parallèles

N° 11 <sup>bis</sup> . Charges entre montants . . . . .	234
---	-----

CHAPITRE IV

Poutres à brides non parallèles

Formules générales . . . . .	236
Poutre à bride inférieure droite, bride supérieure polygonale . . . . .	244
Calcul d'une poutre type d'Ousselghem. . . . .	252
N° 24. Charge partielle dissymétrique . . . . .	256
Calcul d'une poutre genre Bowstring . . . . .	259
Tableau . . . . .	263
Poutres proportionnelles ou Poutres semblables. Influences . . . . .	269
Poutres paraboliques semblables. Influences . . . . .	270
Variations des moments d'Inertie . . . . .	273
Plusieurs méthodes de calcul . . . . .	274

CHAPITRE V

Marche pour le calcul détaillé d'une poutre Vierendeel

§ 1. Calcul des brides . . . . .	277
N° 34. Cisaillement longitudinal sur rivets et sur âme . . . . .	280
§ 2. Calcul des Montants . . . . .	280
N° 36. Cisaillement transversal sur l'âme du montant n° 4 . . . . .	281
N° 37. Cisaillement longitudinal sur rivets et âme du montant . . . . .	281
N° 38. Cisaillement radial sur les rivets . . . . .	282
N° 39. Cisaillement radial sur les cornières et la bordure de la tôle d'âme . . . . .	282
§ 3. Flambage. . . . .	282
N° 41. Calcul des Etançons . . . . .	284
N° 42. Calcul de la poutre de contreventement supérieure en vue du flambage de la bride supérieure . . . . .	282
§ 4. Calcul des nœuds réunissant les montants aux brides. . . . .	287
§ 5. Nœuds pour béton armé. . . . .	291
§ 6. Cisaillement d'ensemble sur brides . . . . .	292
N° 45. Cisaillement sur les brides . . . . .	292
N° 46. Cisaillement sur montants . . . . .	294
§ 7. Pont de Grammené. . . . .	292
§ 8. Divers Ponts exécutés . . . . .	292
N° 49. Poutres à brides inégales . . . . .	296
N° 50. Poutres Vierendeel en béton armé . . . . .	298

LIVRE III

Fermes arquées Vierendeel

CHAPITRE I

Calcul de ce type de ferme

§ 1. Charges et réactions verticales seules . . . . .	300
N° 64. Marche des calculs. . . . .	309
§ 2. Poussée horizontale Q . . . . .	310

CHAPITRE II

Application

N° 77. Calcul des $\pi$ pour les seules charges verticales . . . . .	319
N° 78. Calcul des $\pi$ pour la seule poussée Q . . . . .	321
N° 80. Déformation . . . . .	322
N° 82. Criterium . . . . .	322
N° 84. Température . . . . .	326
N° 85. Charges quelconques . . . . .	326

CHAPITRE III

Ponts suspendus rigides en tôle rivée

§ 1. Charges et réactions verticales seules . . . . .	329
N° 95. Formule générale . . . . .	334
§ 2. Traction horizontale seule . . . . .	332
N° 102. Formule générale. . . . .	332
§ 3. Application. — Flexibilité . . . . .	340

**LIVRE IV**

**Pont suspendu rigide sur câble de suspension**

§ 1. Formules fondamentales . . . . .	341
N° 105. Charges verticales seules. — Ferme sans amarres . . . . .	342
N° 108. Effets des Amarres . . . . .	347
N° 109. Câble . . . . .	348
§ 2. Déformations . . . . .	351
N° 111. Déplacement horizontal de A . . . . .	351
N° 112. Déplacement vertical du point O' . . . . .	352
§ 3. Marche à suivre pour calcul d'un pont suspendu rigide sur câble . . . . .	352
N° 114. 1 <sup>er</sup> Acte . . . . .	353
N° 116. 2 <sup>d</sup> Acte . . . . .	354
N° 117. Calcul de Q . . . . .	354
N° 118. Flexibilité . . . . .	355
§ 4. Température . . . . .	356
N° 121. Ferme suspendue . . . . .	356
N° 122. Amarres . . . . .	357
N° 123. Elévation de Température . . . . .	357
N° 124. Flexibilité . . . . .	357
N° 124bis. Effet des amarres . . . . .	357
§ 5. Exécution. — Economie . . . . .	358
§ 6. Chiffrages . . . . .	361

**LIVRE V**

**Calculs simplifiés**

§ 1. Ponts droits à une travée . . . . .	365
§ 2. Calcul simplifié de la ferme en arc . . . . .	367
N° 2. Calcul des R. Charges verticales seules. . . . .	368
N° 4. Calcul des $\pi$ . . . . .	369
N° 5. Calcul des $q$ . . . . .	370
N° 6. Calcul des R . . . . .	370
N° 7. Calcul des $\theta$ . . . . .	371
N° 8. Calcul des $q$ . . . . .	371
N° 9. Niveau des points d'inflexion. . . . .	371
N° 11. Conclusion . . . . .	372
§ 3. Pont tournant du Muide à Gand . . . . .	372
N° 2. Calcul de la flèche $f_2$ . . . . .	373
N° 3. Pont ouvert . . . . .	374
N° 4. Pont fermé et calé de niveau . . . . .	375
§ 4. Ferme Vierendeel sur 4 appuis . . . . .	376

**LIVRE VI**

**La Poutre Vierendeel et la Soudure**

SOUDURE . . . . .	380
-------------------	-----

**LIVRE VII**

**Bibliographie de la Poutre Vierendeel**