

2-624-1-1/1

2-624-1-1/1

——— Traité de Génie Civil ———
de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne
publié sous la direction de René Walther

Volume 1



ANALYSE DES STRUCTURES ET MILIEUX CONTINUS

Statique appliquée

François Frey

Professeur à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne



PRESSES POLYTECHNIQUES ET UNIVERSITAIRES ROMANDES

Table des matières

AVANT-PROPOS	V
INTRODUCTION	VII
TABLE DES MATIÈRES	XI
1. Concept de force et actions	1
1.1 Point matériel et solide	2
1.2 Force	2
1.3 Actions sollicitant les constructions	4
1.4 Exercices	11
1.5 Lexique	13
2. Forces, moments et principes	15
2.1 Force et translation	16
2.2 Rotation et moment	16
2.3 Principes	17
2.4 Composantes cartésiennes d'une force ou d'un moment	20
2.5 Moment d'une force	22
2.6 Couple	25
2.7 Exercices	26
2.8 Lexique	27
3. Réduction et équilibre	29
3.1 Réduction	30
3.2 Quelques réductions simples	30
3.3 Réduction d'un système de forces et moments en un point	32
3.4 Équilibre	34
3.5 Equations d'équilibre	34
3.6 Deux équilibres importants	35
3.7 Cas plan	36
3.8 Mise en pratique de la réduction et de l'équilibre	40
3.9 Statique graphique	42
3.10 Exercices	45
3.11 Lexique	48
4. Déplacement, coupe et barre	51
4.1 Structures et solides	52
4.2 Déplacements	53
4.3 Coupe	56
4.4 Nature des forces internes	58
4.5 Intensité des résultantes internes	60

4.6	Barre	62
4.7	Exercices	65
4.8	Lexique	66
5.	Appuis et modélisation	69
5.1	Appui, blocage et réaction d'appui	70
5.2	Appuis usuels	70
5.3	Isostaticité des appuis et calcul des réactions	73
5.4	Conformité des conditions d'appui	74
5.5	Modélisation	77
5.6	Equilibre limite	78
5.7	Exercices	81
5.8	Lexique	87
6.	Organes de liaison et structures composées	89
6.1	Définitions	90
6.2	Organe de liaison, liaison et force de liaison	90
6.3	Analyse des structures composées	91
6.4	Quelques traits de l'analyse	93
6.5	Exercices	94
6.6	Lexique	98
7.	Treillis	101
7.1	Définition et modélisation	102
7.2	Géométrie	104
7.3	Equilibre d'un nœud et isostaticité	106
7.4	Analyse des treillis plans isostatiques	107
7.5	Quelques nœuds particuliers	113
7.6	Exercices	113
7.7	Lexique	117
8.	Poutres	119
8.1	Géométrie	120
8.2	Nature des résultantes internes	120
8.3	Efforts intérieurs	122
8.4	Cas plan	123
8.5	Signe et calcul des efforts intérieurs	123
8.6	Structures formées de poutres	125
8.7	Isostaticité	127
8.8	Diagrammes des efforts intérieurs	127
8.9	Forces et charges réparties	129
8.10	Exercices	131
8.11	Lexique	135

9.	Poutres à plan moyen	137
9.1	Introduction	138
9.2	Quelques propriétés des efforts intérieurs	138
9.3	Signe des efforts intérieurs – convention de l'ingénieur	141
9.4	Construction et calcul rapides des diagrammes <i>NVM</i>	143
9.5	Poutres cantilever	151
9.6	Arcs et portiques à trois articulations	152
9.7	Exercices	153
9.8	Lexique	162
10.	Câbles	163
10.1	Mode de travail du câble	164
10.2	Le câble dans les structures	165
10.3	Calculs statiques	168
10.4	Câble sous force répartie	168
10.5	Câble sous forces concentrées	173
10.6	Câble et arc	174
10.7	Exercices	174
10.8	Lexique	176
11.	Coupure simple, hyperstaticité et théorème des déplacements virtuels	177
11.1	Synthèse de la notion de liaison	178
11.2	Coupure simple	178
11.3	Hyperstaticité	179
11.4	Travail élémentaire	181
11.5	Déplacement et travail virtuels	181
11.6	Théorème des déplacements virtuels	182
11.7	Mise en œuvre du théorème des déplacements virtuels	184
11.8	Relations cinématiques	186
11.9	Exercices	187
11.10	Lexique	190
12.	Lignes d'influence	191
12.1	Charges mobiles	192
12.2	Définition des lignes d'influence	192
12.3	Recherche des lignes d'influence	193
12.4	Mise en charge indirecte	194
12.5	Utilisation des lignes d'influence	196
12.6	Exercices	197
12.7	Lexique	199
13.	Propriétés des figures planes	201
13.1	Centres de masse, de gravité et géométrique	202
13.2	Centre des volumes, surfaces et lignes	203

13.3	Centre et moments statiques des figures planes	204
13.4	Moments d'inertie des figures planes	207
13.5	Calcul des moments d'inertie	209
13.6	Axes et moments principaux d'inertie	211
13.7	Rayon de giration	215
13.8	Intégration numérique	215
13.9	Exercices	217
13.10	Lexique	220
14.	Annexes	221
14.1	Propriétés géométriques des paraboles	222
14.2	Caractéristiques géométriques des figures planes	223
14.3	Profilés laminés en acier	226
14.4	Poutres en T	236
14.5	Bois équarris	237
14.6	Intégration numérique	238
	SOLUTION DES EXERCICES	239
	BIBLIOGRAPHIE	249
	INDEX	250
	NOTATIONS	255
	ABRÉVIATIONS, SIGLES ET SYMBOLES	256