

Table des matières

AVANT-PROPOS	V
TABLE DES MATIÈRES	VII

PRINCIPES DE BASE

1. Introduction	1
1.1 Objectifs de l'ouvrage	3
1.2 Structuration et contenu.....	3
1.3 Documents de référence	4
1.4 Conventions	5
1.4.1 Terminologie et typographie.....	5
1.4.2 Axes.....	6
1.4.3 Notations et signes	6
1.4.4 Unités	7
1.5 Historique de la construction métallique	7
1.6 Concept de dimensionnement.....	8
1.6.1 Principes	8
1.6.2 Sécurité structurale.....	9
1.6.3 Aptitude au service	9
2. Principes de dimensionnement	11
2.1 Introduction.....	13
2.2 Buts et moyens	14
2.2.1 Buts à atteindre	14
2.2.2 Aptitude au service et plan d'utilisation.....	15
2.2.3 Sécurité structurale et plan de sécurité.....	16
2.2.4 Documentation pour le maître de l'ouvrage.....	16
2.3 Aptitude au service.....	17
2.3.1 Exigences	17
2.3.2 Etats d'utilisation	17
2.3.3 Plan d'utilisation	18
2.3.4 Vérification par le calcul	20
2.4 Sécurité structurale	24
2.4.1 Exigences.....	24
2.4.2 Situations de risque.....	25
2.4.3 Plan de sécurité	27
2.4.4 Vérification par le calcul	29
2.4.5 Approche probabiliste	30
2.4.6 Approche avec des facteurs partiels	34
2.5 Charges et actions.....	41
2.5.1 Poids propre de la structure porteuse	41

2.5.2	Poids propre des éléments non porteurs	41
2.5.3	Charges utiles dans les bâtiments	42
2.5.4	Neige	43
2.5.5	Vent	44
2.5.6	Température	45
2.5.7	Actions accidentelles.....	46
	Analyse d'une structure	47
2.6.1	Modélisation de la structure.....	47
2.6.2	Calcul des efforts intérieurs.....	49
2.6.3	Calcul de la résistance	50

Matériaux	55
------------------------	-----------

1	Introduction.....	57
2	Elaboration de l'acier et produits des aciéries	58
	3.2.1 Elaboration de l'acier.....	58
	3.2.2 Traitements thermiques et mécaniques.....	60
	3.2.3 Produits laminés à chaud	62
	3.2.4 Produits façonnés à froid	66
	3.2.5 Profilés tubulaires	66
	3.2.6 Imperfections des produits laminés	67
	3.2.7 Contraintes résiduelles	68
3	Caractéristiques des matériaux de construction	70
	3.3.1 Acier de construction	70
	3.3.2 Aluminium	74
	3.3.3 Aciers d'armature et de précontrainte	76
	3.3.4 Béton	77
3.4	Caractéristiques du matériau des moyens d'assemblage	80
	3.4.1 Rivets.....	81
	3.4.2 Boulons.....	81
	3.4.3 Soudures.....	82
	3.4.4 Eléments de connexion acier-béton	83
	3.4.5 Autres moyens d'assemblage.....	84

DIMENSIONNEMENT D'ÉLÉMENTS

4.	Résistance en section	87
4.1	Introduction.....	89
4.2	Résistance à un effort normal.....	90
4.3	Résistance à un moment de flexion	93
	4.3.1 Flexion simple.....	93
	4.3.2 Flexion d'une section monosymétrique.....	97
	4.3.3 Flexion d'une section hybride	99
	4.3.4 Flexion gauche	100
4.4	Résistance à un effort tranchant.....	106
4.5	Résistance à un moment de torsion.....	108
	4.5.1 Modes de résistance à la torsion.....	108

4.5.2	Torsion uniforme.....	109
4.5.3	Torsion non uniforme	118
4.5.4	Torsion mixte	124
4.6	Résistance sous interaction d'efforts.....	126
4.6.1	Principes	126
4.6.2	Moment de flexion et effort normal	127
4.6.3	Moment de flexion et effort tranchant.....	133
4.6.4	Effort normal et effort tranchant.....	137
4.6.5	Moment de flexion, effort normal et effort tranchant	139
4.6.6	Interaction avec un moment de torsion	139
4.7	Section mixte acier-béton	144
4.7.1	Définitions	144
4.7.2	Principes	145
4.7.3	Résistance à un effort normal.....	149
4.7.4	Résistance à un moment de flexion.....	154
4.7.5	Résistance à un effort tranchant	167
4.7.6	Résistance sous interaction d'efforts	167
5.	Eléments fléchis.....	169
5.1	Introduction.....	171
5.2	Principes de dimensionnement	172
5.2.1	Aptitude au service	172
5.2.2	Sécurité structurale.....	175
5.2.3	Sécurité à la fatigue	179
5.3	Profilés laminés	179
5.3.1	Domaine d'application	179
5.3.2	Dimensionnement.....	180
5.4	Profilés avec semelles de renfort	183
5.4.1	Domaine d'application.....	183
5.4.2	Dimensionnement de la semelle de renfort.....	183
5.4.3	Longueur de la semelle de renfort.....	184
5.5	Poutres composées à âme pleine.....	186
5.5.1	Domaines d'application et fabrication.....	186
5.5.2	Principes de dimensionnement	188
5.5.3	Dimensionnement de la liaison entre l'âme et les semelles	189
5.6	Poutres ajourées.....	192
5.6.1	Domaines d'application et fabrication.....	192
5.6.2	Calcul des efforts intérieurs.....	193
5.6.3	Dimensionnement d'une poutre ajourée alvéolaire.....	195
5.6.4	Dimensionnement d'une poutre ajourée cellulaire.....	198
5.7	Poutres à treillis	202
5.7.1	Domaines d'application et fabrication.....	202
5.7.2	Hypothèses de calcul	203
5.7.3	Prédimensionnement	204
5.7.4	Longueur de flambage des barres comprimées	205
5.8	Poutres mixtes acier-béton	208
5.8.1	Introduction	208
5.8.2	Largeur participante du béton.....	209

5.8.3	Situations à considérer	211
5.8.4	Dimensionnement d'une poutre mixte.....	212
5.8.5	Effet du retrait.....	215
5.8.6	Calcul de la connexion.....	217
5.9	Eléments à parois minces	225
5.9.1	Domaines d'application et fabrication.....	225
5.9.2	Dimensionnement.....	227
6.	Eléments comprimés.....	229
6.1	Introduction.....	231
6.2	Principes de dimensionnement.....	231
6.2.1	Rappel de la théorie du flambage.....	231
6.2.2	Sécurité structurale.....	236
6.2.3	Aptitude au service	237
6.3	Profilés laminés	237
6.3.1	Effort normal.....	238
6.3.2	Effort normal et moment de flexion selon l'axe fort.....	240
6.3.3	Effort normal et moment de flexion selon l'axe faible.....	251
6.3.4	Effort normal et flexion gauche.....	252
6.3.5	Flambage par flexion et torsion.....	253
6.4	Barres étrésoillonnées.....	256
6.4.1	Principes de dimensionnement	256
6.4.2	Ensemble de la barre.....	258
6.4.3	Membrures	259
6.4.4	Etrésillons.....	262
6.5	Poteaux mixtes.....	265
6.5.1	Hypothèses de base.....	265
6.5.2	Effort normal.....	267
6.5.3	Effort normal et flexion uniaxiale	270
6.5.4	Effort normal et flexion gauche.....	275
6.6	Eléments à parois minces	276
6.6.1	Introduction	276
6.6.2	Voilement local	276
6.6.3	Effort normal	277
6.6.4	Effort normal et flexion uniaxiale	278

DIMENSIONNEMENT D'ASSEMBLAGES

7.	Soudures	281
7.1	Introduction.....	283
7.2	Principes de dimensionnement.....	284
7.2.1	Sécurité structurale.....	284
7.2.2	Résistance à la fatigue	284
7.2.3	Rupture fragile	285
7.2.4	Assurance de qualité	285

4.5.2	Torsion uniforme.....	109
4.5.3	Torsion non uniforme	118
4.5.4	Torsion mixte	124
4.6	Résistance sous interaction d'efforts.....	126
4.6.1	Principes	126
4.6.2	Moment de flexion et effort normal	127
4.6.3	Moment de flexion et effort tranchant.....	133
4.6.4	Effort normal et effort tranchant.....	137
4.6.5	Moment de flexion, effort normal et effort tranchant	139
4.6.6	Interaction avec un moment de torsion	139
4.7	Section mixte acier-béton	144
4.7.1	Définitions	144
4.7.2	Principes	145
4.7.3	Résistance à un effort normal.....	149
4.7.4	Résistance à un moment de flexion.....	154
4.7.5	Résistance à un effort tranchant	167
4.7.6	Résistance sous interaction d'efforts	167
5.	Eléments fléchis.....	169
5.1	Introduction.....	171
5.2	Principes de dimensionnement	172
5.2.1	Aptitude au service	172
5.2.2	Sécurité structurale.....	175
5.2.3	Sécurité à la fatigue	179
5.3	Profilés laminés	179
5.3.1	Domaine d'application	179
5.3.2	Dimensionnement.....	180
5.4	Profilés avec semelles de renfort	183
5.4.1	Domaine d'application.....	183
5.4.2	Dimensionnement de la semelle de renfort.....	183
5.4.3	Longueur de la semelle de renfort.....	184
5.5	Poutres composées à âme pleine.....	186
5.5.1	Domaines d'application et fabrication.....	186
5.5.2	Principes de dimensionnement	188
5.5.3	Dimensionnement de la liaison entre l'âme et les semelles	189
5.6	Poutres ajourées.....	192
5.6.1	Domaines d'application et fabrication.....	192
5.6.2	Calcul des efforts intérieurs.....	193
5.6.3	Dimensionnement d'une poutre ajourée alvéolaire.....	195
5.6.4	Dimensionnement d'une poutre ajourée cellulaire.....	198
5.7	Poutres à treillis	202
5.7.1	Domaines d'application et fabrication.....	202
5.7.2	Hypothèses de calcul	203
5.7.3	Prédimensionnement	204
5.7.4	Longueur de flambage des barres comprimées	205
5.8	Poutres mixtes acier-béton	208
5.8.1	Introduction	208
5.8.2	Largeur participante du béton.....	209

12.	Voilement	415
12.1	Introduction.....	417
12.2	Théorie linéaire du voilement élastique.....	418
12.2.1	Contrainte critique de voilement élastique.....	418
12.2.2	Coefficient de voilement.....	420
12.2.3	Plaques munies de raidisseurs.....	424
12.3	Résistance ultime au voilement.....	430
12.3.1	Principes.....	430
12.3.2	Largeur efficace et élancement limite.....	432

FATIGUE

13.	Fatigue	439
13.1	Introduction.....	441
13.2	Résistance à la fatigue.....	442
13.2.1	Paramètres influençant la durée de vie.....	442
13.2.2	Essais de fatigue.....	445
13.3	Théorie de la mécanique de la rupture.....	446
13.3.1	Théorie élastique.....	446
13.3.2	Propagation de la fissure.....	453
13.3.3	Calcul de la durée de vie.....	455
13.3.4	Paramètres influençant la durée de vie.....	458
13.3.5	Dimension critique d'une fissure.....	461
13.4	Sollicitations de fatigue.....	464
13.4.1	Structures soumises à des charges de fatigue.....	464
13.4.2	Contraintes dues aux charges.....	466
13.4.3	Histogramme des différences de contraintes.....	467
13.5	Effet des contraintes aléatoires.....	468
13.5.1	Cumul des dommages individuels.....	468
13.5.2	Cumul des dommages pour un histogramme de différences de contraintes.....	470
13.6	Courbes de résistance à la fatigue normalisées.....	473
13.6.1	Principes des courbes de résistance.....	473
13.6.2	Classement des détails de construction.....	476
13.6.3	Choix des détails de construction.....	478
13.6.4	Assurance de qualité.....	479
13.6.5	Traitements d'amélioration.....	479
13.7	Vérification de la sécurité à la fatigue.....	480
13.7.1	Principes.....	480
13.7.2	Vérification avec la limite de fatigue.....	481
13.7.3	Vérification avec le cumul des dommages.....	482
13.7.4	Vérification avec des facteurs de correction.....	483
	INDEX.....	489
	NOTATIONS.....	493
	BIOGRAPHIE DES AUTEURS.....	498