

Pierre Guillemont

ÉCOLES D'INGÉNIEURS

Ouvrages en béton armé

Aide-mémoire



DUNOD

Dans la même collection :

Aide-mémoire de résistance des matériaux, J. GOULET, J.-P. BOUTIN

Ce pictogramme mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du **photocopillage**.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établisse-

ments d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisa-

tion du Centre français d'exploitation du droit de copie (**CFC**, 3 rue Hautefeuille, 75006 Paris).



© DUNOD, Paris, 1997

ISBN 2 10 002752 2

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (Art L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. • Seules sont autorisées (Art L 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relative à la reproduction par reprographie.

TABLE DES MATIÈRES

UNITÉS ET NOTATIONS IX

A PLANCHERS-DALLES 1

1 Définitions 1

2 Domaine d'application des règles simplifiées 1

3 Méthode de calcul 2

4 Justification vis-à-vis des moments fléchissants 2

4.1 Détermination des moments fléchissants 2

4.2 Division des panneaux en bandes 3

4.3 Répartition des moments entre les bandes 3

4.4 Cas des porte-à-faux 4

4.5 Résistance aux moments fléchissants 4

5 Justification vis-à-vis des efforts tranchants 5

5.1 Effort tranchant à prendre en compte 5

5.2 Vérification vis-à-vis de l'effort tranchant 5

Contrainte tangente • Armatures transversales •

Armatures supérieures.

6 État limite de déformation 6

B PAROIS FLÉCHIES	7
1 Éléments spéciaux	7
2 Parois fléchies	7
2.1 Définitions et notations	7
2.2 Sollicitations de référence	8
2.3 Justification du béton	8
<i>Contrainte tangente • Condition de non-déversement.</i>	
2.4 Détermination des armatures	9
<i>Armatures horizontales • Armatures verticales.</i>	8
2.5 Ouvertures dans les voiles porteurs	
C CONSOLES COURTES	17
1 Domaine d'application	17
1.1 Définition	17
1.2 Notations	17
2 Justification du béton	18
3 Détermination des armatures	18
3.1 Armatures principales supérieures	19
3.2 Armatures complémentaires	19
3.3 Dispositions constructives	19
4 Application aux voiles de grande hauteur	20
D PAROIS ET MURS EN BÉTON BANCHÉ	21
1 Domaine d'application	21
1.1 Définition	21
1.2 Murs intérieurs et murs extérieurs	22
1.3 Règles de calcul	22
2 Dispositions constructives minimales	22

2.1	Chaînages des planchers	22
2.2	Armatures des murs intérieurs <i>Étage courant • Étage sous terrasse.</i>	23
2.3	Armatures des murs extérieurs <i>Épaisseur minimale • Armature générale • Chaînage et renfort des ouvertures.</i>	24
3	Justification de la résistance	27
3.1	Caractéristiques géométriques et mécaniques	27
3.2	Longueur de flambement <i>Murs non raidis • Murs raidis.</i>	27
3.3	Effort normal limite ultime et contrainte limite ultime	29
3.4	Efforts sollicitant les murs <i>Efforts dus aux charges verticales • Efforts dus aux forces horizontales.</i>	30
3.5	Justification des murs <i>Vérification de la section I à mi-hauteur du mur • Vérification de la section II située immédiatement sous le plancher.</i>	31
3.6	Armatures <i>Armatures verticales • Armatures horizontales • Armatures transversales.</i>	33

E PAROIS ET MURS EN MAÇONNERIE **35**

1	Domaine d'application	35
2	Fonctions des parois et murs en maçonnerie	35
3	Dispositions constructives minimales	36
3.1	Ouvrages en béton associés aux maçonneries <i>Chaînages horizontaux • Chaînages verticaux • Appuis • Ouvrages en béton armé saillants en façades.</i>	36
3.2	Fractionnement des murs par joints de dilatation et de retrait	37
4	Règles de calcul statique des maçonneries	37
4.1	Contraintes admissibles sous charges verticales <i>Élancements inférieurs ou égaux à 15 • Élancements compris entre 15 et 20 • Élancements supérieurs à 20.</i>	37

4.2	Évaluation des efforts et des contraintes	39
4.3	Vérification des contraintes	39
	<i>Vérification de la section à mi-hauteur • Vérification des contraintes localisées.</i>	

F PLANCHERS À PRÉDALLES 41

1	Domaine d'application	41
1.1	Définition	41
1.2	Épaisseur minimale	42
2	Justifications	42
2.1	Justifications de flexion en phase provisoire <i>Phase de manutention • Phase de stockage • Phase de mise en oeuvre.</i>	42
2.2	Justifications de flexion en phase définitive <i>États limites de service • États limites ultimes • Joints intermédiaires entre prédalles • Conditions d'appui et de chargement.</i>	43
2.3	Justifications sous sollicitations tangentes <i>Contrainte tangente de glissement au niveau de la surface de reprise • Règle des coutures • Armatures de coutures • Justification du non-poinçonnement.</i>	46
3	Transmission des charges aux appuis	48
3.1	Repos minimal	48
3.2	Sécurité à la pose	48
3.3	Ancrage de l'effort tranchant <i>Armatures en attente en extrémité des prédalles • Armatures posées sur la prédalle en place • Cas des poutres noyées.</i>	48
4	Boucles de levage	50

G TRAVAUX DE CUVELAGE 53

1	Domaine d'application	53
1.1	Objet du DTU	53

1.2 Définitions	54
<i>Les cuvelages avec revêtement d'imperméabilisation • Cuvelages à structure relativement étanche • Cuvelage avec revêtement d'étanchéité.</i>	
2 Règles de conception et de calcul des ouvrages	56
2.1 Action de l'eau	56
2.2 Combinaisons d'actions	56
<i>États limites ultimes - Combinaisons fondamentales • États limites ultimes - Combinaisons accidentelles • État limite de service • État limite d'équilibre statique • Phases de construction.</i>	
2.3 Cuvelages avec revêtement d'imperméabilisation	58
<i>État limite de service vis-à-vis de l'ouverture des fissures • Dispositions constructives.</i>	
2.4 Cuvelages à structure relativement étanche	60
<i>État limite de service vis-à-vis de l'ouverture des fissures • Dispositions constructives.</i>	
2.5 Cuvelages avec revêtement d'étanchéité	61

H COMPORTEMENT AU FEU DES STRUCTURES EN BÉTON

1 Domaine d'application	63
2 Caractères des matériaux en fonction de la température	63
2.1 Notations et définitions	63
2.2 Caractères du béton	64
2.3 Caractères de l'acier	65
3 Distribution de la température dans le béton	65
3.1 Courbe de montée en température	65
3.2 Face exposée	66
3.3 Problème à deux dimensions	66
4 Sollicitations et principe des justifications	66
4.1 Principe	66
4.2 Sollicitations de calcul	67

4.3	Vérification des sections sous sollicitations normales <i>Diagramme contraintes-déformations du béton • Diagramme contraintes-déformations de l'acier • Diagramme des déformations limites • Tolérance.</i>	67
4.4	Éclatement <i>Respect des règles simples • Vérification complémentaire.</i>	69
5	Règles constructives par catégories d'ouvrages	69
5.1	Dispositions générales de ferrailage	69
5.2	Poteaux	70
5.3	Tirants	70
5.4	Murs porteurs	70
5.5	Hourdis sur appuis continus et planchers dalles <i>Dalles isostatiques • Dalles hyperstatiques.</i>	70
5.6	Poutres et poutrelles	72
5.7	Parois fléchies (ou poutres-voiles)	75
6	Méthode générale	75
6.1	Justification d'un poteau soumis à une compression centrée <i>Température moyenne du béton d'un poteau • Effort normal ultime résistant d'un poteau.</i>	75
6.2	Justification d'un mur exposé au feu	77
6.3	Justification de la stabilité d'une travée d'une poutre ou d'une dalle <i>Distribution de la température dans les poutres • Moment résistant ultime en travée $M_{l\theta}$ • Moment résistant ultime sur appui $M_{a\theta}$ • Températures dans une dalle.</i>	78
I	FONDATIONS SUPERFICIELLES	85
1	Domaine d'application	85
1.1	Règlementations	85
1.2	Hauteur d'encastrement équivalente <i>Définition à partir d'un essai pressiométrique • Définition à partir d'un essai pénétrométrique.</i>	86
1.3	Type de fondation	87
1.4	Catégories conventionnelle des sols <i>Classification des sols • Paramètre rhéologique a des sols.</i>	88

2	Modèle de comportement	89
2.1	Comportement vis-à-vis des charges verticales	89
	<i>Contraintes normales appliquées au sol • Contrainte de référence q'_{ref} • Contrainte de rupture du sol sous charge verticale centrée • Module de réaction verticale.</i>	
2.2	Comportement vis-à-vis des charges horizontales	93
3	Justifications vis-à-vis du sol de fondation	93
3.1	États limites de mobilisation du sol	93
3.2	État limite ultime de renversement	94
3.3	État limite de service de décompression du sol	94
3.4	État limite ultime de glissement	95
4	Justifications vis-à-vis des matériaux	95
4.1	État limite ultime de résistance de la fondation	95
	<i>Semelle continue sous mur soumise à une charge centrée • Arrêt des barres • Semelles soumises à des charges excentrées • Semelles géométriquement excentrées.</i>	
4.2	État limite ultime de poinçonnement de la fondation	101
5	Conception des fondations	101
5.1	Précautions concernant le gel	101
5.2	Fondations à des niveaux différents	101
5.3	Joints de rupture	102
5.4	Joints de dilatation	102
5.5	Armatures minimales de chaînage	102
5.6	Enrobage	102

J FONDATIONS PROFONDES **103**

1 Domaine d'application **103**

2 Modèles de comportement **103**

- 2.1 Comportement axial d'un élément isolé **103**
- Contraintes q_u et q_s à partir d'essais pressiométriques • Contraintes q_u et q_s à partir d'essais pénétrométriques • Effort mobilisable par frottement latéral Q_{su} • Effort mobilisable sous la pointe Q_{pu} • Charges limites Q_u et Q_{tu} •*

	<i>Charges de fluage Q_c et Q_{tc} • Pieux tubulaires métalliques battus ouverts, pieux H et palplanches.</i>	
2.2	Comportement transversal d'un élément isolé <i>Réaction frontale • Réaction tangentiel • Interaction entre plusieurs éléments rapprochés.</i>	109
2.3	Comportement transversal d'un élément continu <i>Phase sans mise en tension de tirant • Phase avec mise en tension de tirant.</i>	111
3	Justifications vis-à-vis du sol	114
3.1	États limites de mobilisation locale du sol	114
3.2	États limites de mobilisation globale du sol	114
4	Justifications vis-à-vis des matériaux	115
4.1	Justification des éléments de fondation en béton armé <i>Résistance conventionnelle du béton • Justifications vis-à-vis des sollicitations normales • Justifications vis-à-vis des sollicitations tangentes • Dispositions constructives des pieux exécutés en place et barrettes.</i>	115
4.2	Justification des semelles <i>Tolérance d'implantation • Tête de pieux • Méthode des bielles • Semelles sur deux pieux • Semelles sur trois pieux • Semelles sur quatre pieux • Semelles sur pieux soumises à une charge excentrée.</i>	119
K	MURS DE SOUTÈNEMENT	127
1	Généralités	127
1.1	La pathologie des murs de soutènement	127
1.2	Les types de murs	127
1.3	Les documents de référence	128
2	Action du sol sur un écran	128
2.1	Le dossier-pilote MUR	128
2.2	Prise en compte d'un talus infini <i>Poussée active dans le cas d'un ouvrage rigide déplaçable • Poussée dans le cas d'un ouvrage rigide et indéplaçable • Poussée passive ou butée.</i>	129

2.3	Prise en compte d'un talus fini	133
2.4	Prise en compte d'une charge finie sur le talus	133
2.5	Prise en compte d'une charge uniforme locale sur le talus	134
3	Définition des actions	137
3.1	Actions permanentes	137
	<i>Action du poids propre du mur • Action du poids des terres</i> <i>• Action de la poussée du sol • Action de l'eau.</i>	
3.2	Actions variables	138
3.2	Actions accidentelles	138
3.2	Les combinaisons d'actions	139
	<i>États limites ultimes - Combinaisons fondamentales • États limites ultimes - Combinaisons accidentelles • États limites de stabilité d'ensemble • États limites de service - Combinaisons rares • États limites de service • Combinaisons fréquentes • États limites de service - Combinaisons quasi-permanentes.</i>	
4	Justifications vis-à-vis du sol	140
4.1	États limites de mobilisation du sol	140
4.2	État limite ultime de renversement	141
4.3	État limite de service de décompression du sol	141
4.4	État limite ultime de glissement	141
5	Justifications vis-à-vis des matériaux	142
5.1	Sollicitations de calcul	142
5.2	États limites	142
5.3	Dispositions constructives	142
	Bibliographie	143
	Index	145
	Table des Matières	149