

SOMMAIRE

Préliminaires

1- Notations utilisées	12
2- Conventions de signe	16
3- Rappels mathématiques	17
3-1. Analyse de régression linéaire	17
3-2. Résolution d'une équation du troisième degré	19

Cours

A – Méthode des états limites – Actions et sollicitations

1- DEFINITIONS ET PRINCIPE DES JUSTIFICATIONS	22
1-1. Domaine d'application des règles B.A.E.L 91	22
1-2. Principe des justifications.....	23
2- ACTIONS ET SOLLICITATIONS.....	24
2-1. Actions	24
2-2. Calcul des sollicitations	25
2-2.1 Notations.....	25
2-2.2 Hypothèses et principe de calcul des sollicitations	25
2-2.3 Sollicitations de calcul vis-à-vis des états limites ultimes de résistance	26
2-2.4 Sollicitations de calcul vis-à-vis des états limites de service	26

B – Caractéristiques des matériaux – Association acier-béton

3- LES MATERIAUX ACIER ET BETON.....	27
3-1. Modélisation du béton	27
3-1.1 Résistance caractéristique.....	27
• Résistance caractéristique à la compression	27
• Résistance caractéristique à la traction.....	27
3-1.2 Déformations longitudinales du béton	27
3-1.3 Diagramme déformations-contraintes.....	28
3-2. Modélisation de l'acier.....	28
3-2.1 Caractéristiques mécaniques	28
3-2.2 Module d'élasticité longitudinale.....	29
3-2.3 Diagramme déformations-contraintes.....	29
3-2.4 Caractéristiques géométriques	29

4- ASSOCIATION ACIER-BETON.....	30
4-1. Adhérence des aciers en barre.....	30
4-1.1 Contrainte d'adhérence.....	30
4-1.2 Ancrage des aciers en barres.....	30
• Ancrage rectiligne.....	30
• Ancrages courbes.....	31
4-2. Dispositions constructives diverses.....	36
4-2.1 Protection des armatures.....	36
4-2.2 Possibilités de bétonnage correct.....	36
4-2.3 Poussée au vide.....	37
 C – Justification des sections – Cas de la flexion simple	
5- VERIFICATION DES SECTIONS EN FLEXION SIMPLE.....	38
5-1. Vérification aux états limites de service E.L.S.....	38
5-1.1 Objectif de la vérification.....	38
5-1.2 Hypothèses de calcul.....	38
5-1.3 Equations d'équilibre.....	39
• Cas d'une section rectangulaire.....	39
• Cas d'une section en té.....	41
5-1.4 Organigramme de la vérification.....	45
• Cas d'une section rectangulaire.....	45
• Cas d'une section en té.....	46
5-2. Vérification aux états limites ultimes E.L.U.....	47
5-2.1 Objectif de la vérification.....	47
5-2.2 Hypothèses de calcul.....	47
• Diagrammes déformations-contraintes des matériaux.....	47
5-2.3 Règle des trois pivots.....	49
5-2.4 Equations d'équilibre.....	49
• Cas du pivot A.....	50
• Cas du pivot B.....	51
5-2.5 Vérification.....	52
• Organigramme de la vérification (section rectangulaire).....	53
 6- DIMENSIONNEMENT DES SECTIONS EN FLEXION SIMPLE.....	 58
6-1. Dimensionnement aux états limites ultimes.....	58
6-1.1 Hypothèses de calcul.....	58
• Diagrammes déformations-contraintes des matériaux.....	58
6-1.2 Règle des trois pivots.....	60
6-1.3 Equations d'équilibre et dimensionnement.....	60
6-1.4 Etude de l'évolution des contraintes maximales dans le béton et dans l'acier.....	63
6-1.5 Définition et expression du moment réduit ultime limite.....	65
• Définition du moment réduit ultime limite.....	65
• Expression du moment réduit ultime limite.....	65

6-1.6 Dimensionnement dans le cas où le moment réduit est supérieur au moment réduit ultime limite	75
6-1.7 Organigramme de dimensionnement aux états limites ultimes	77
6-2. Dimensionnement aux états limites de service	79
6-2.1 Hypothèses de calcul.....	79
6-2.2 Cas où la fissuration est jugée peu préjudiciable	80
• Equations d'équilibre et dimensionnement.....	80
6-2.3 Cas où la fissuration est jugée préjudiciable ou très préjudiciable	85
• Définition du moment résistant béton	85
• Equations d'équilibre et dimensionnement.....	87
7-COMPARAISON DES DIMENSIONNEMENTS AUX ETATS LIMITES ULTIMES ET AUX ETATS LIMITES DE SERVICE DANS LE CAS DE LA FLEXION SIMPLE	92
7-1. Cas où la fissuration est jugée peu préjudiciable.....	92
7-1.1 Comparaison des sections d'acier comprimé	94
7-1.2 Comparaison des sections d'acier tendu	96
7-2. Cas où la fissuration est jugée préjudiciable	97
7-3. Cas où la fissuration est jugée très préjudiciable	99
 D – Justification des sections – Cas de la flexion composée	
8- DIMENSIONNEMENT DES SECTIONS EN FLEXION COMPOSEE	100
8-1. Dimensionnement aux états limites ultimes	100
8-1.1 Hypothèses de calcul.....	101
• Diagrammes déformations-contraintes des matériaux	102
8-1.2 Règle des trois pivots	104
8-1.3 Sollicitations de calcul.....	105
8-1.4 Equations d'équilibre et dimensionnement	106
• Dimensionnement dans le cas du pivot A	106
• Dimensionnement dans le cas du pivot B	108
• Dimensionnement dans le cas du pivot C	115
8-1.5 Organigramme de dimensionnement aux états limites ultimes	121
• Organigramme de calcul type 1.....	122
• Organigramme de calcul type 2.....	123
• Organigramme de calcul type 3.....	124
8-2. Dimensionnement aux états limites de service	125
8-2.1 Hypothèses de calcul.....	125
8-2.2 Equations d'équilibre et dimensionnement	126
• Section partiellement comprimée	126
• Section entièrement comprimée.....	138
8-2.3 Détermination de la borne de dimensionnement.....	143

9- VERIFICATION DES SECTIONS EN FLEXION COMPOSEE	144
9-1. Vérification aux états limites ultimes E.L.U.....	144
9-1.1 Objectif de la vérification.....	144
9-1.2 Hypothèses de calcul.....	145
9-1.3 Détermination de la courbe d'interaction	145
• Détermination des bornes de calcul	146
• Equations d'équilibre	148
9-2. Vérification aux états limites de service E.L.S.....	156
9-2.1 Objectif de la vérification.....	156
9-2.2 Hypothèses de calcul.....	156
9-2.3 Equations d'équilibre.....	157
• Cas où la section est entièrement comprimée	157
• Cas où la section est partiellement comprimée.....	159
9-2.4 Organigramme de la vérification aux états limites de service.....	163
 E – Justification vis-à-vis des sollicitations tangentes	
10- JUSTIFICATION DES POUTRES SOUS SOLLICITATION D'EFFORT TRANCHANT	164
10-1. Etat de contrainte dû à l'effort tranchant.....	164
10-2. Contrainte tangente conventionnelle.....	167
10-3. Justification d'une section courante.....	167
10-3.1 Etat limite du béton de l'âme.....	167
10-3.2 Section minimale d'armatures d'âme.....	168
10-3.3 Etat limite ultime des armatures d'âme.....	168
10-3.4 Appui simple d'about.....	171
10-4. Organigramme de justification des armatures d'âme	174
 F – Justification des poteaux	
11- JUSTIFICATION DES POTEaux SOUMIS A UNE COMPRESSION CENTREE	175
11-1. Hypothèses de calcul	175
11-2. Grandeurs caractéristiques	175
11-2.1 Longueur de flambement.....	175
• Cas du poteau isolé.....	175
• Cas des bâtiments.....	176
11-2.2 Rayon de giration.....	176
11-2.3 Elancement.....	178
11-3. Dimensionnement de la section béton	179
11-3.1 Cas du poteau de section rectangulaire	180
11-3.2 Cas du poteau de section circulaire.....	180
11-4. Dimensionnement des armatures	181
11-4.1 Dimensionnement des armatures longitudinales.....	181
11-4.2 Dimensionnement des armatures transversales	183

11-5. Organigramme de dimensionnement	184
11-5.1 Section rectangulaire.....	184
11-5.2 Section circulaire.....	185
 G – Justification des ouvrages de fondation	
12- DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE FONDATION	186
12-1. Hypothèses de calcul	186
12-2. Contrainte de calcul	186
12-3. Justification des ouvrages de fondation	187
12-3.1 Etat limite ultime de résistance	188
12-3.2 Etat limite d'équilibre statique	189
12-3.3 Etat limite de service vis-à-vis de la durabilité	189
12-4. Dimensionnement de la section béton	189
12-4.1 Cas d'une semelle isolée.....	189
• Détermination des dimensions de la base.....	189
• Détermination de la hauteur de la semelle	190
12-4.2 Cas d'une semelle continue.....	191
• Détermination des dimensions de la base.....	191
• Détermination de la hauteur de la semelle	192
12-5. Dimensionnement des armatures	192
12-5.1 Cas de la semelle isolée.....	193
12-5.2 Cas de la semelle continue.....	196
12-6. Organigramme de dimensionnement	199
12-6.1 Cas de la semelle isolée.....	199
12-6.2 Cas de la semelle continue.....	200

Applications

JUSTIFICATION DES SECTIONS – CAS DE LA FLEXION SIMPLE

Vérification des sections aux états limites de service

1. Etude d'une poutre de section rectangulaire sans aciers comprimés.....	202
2. Etude d'une poutre de section rectangulaire avec aciers comprimés.....	207
3. Etude d'une poutre de section en té	212

Vérification des sections aux états limites ultimes

4. Etude d'une poutre de section rectangulaire sans aciers comprimés.....	223
5. Etude d'une poutre de section rectangulaire avec aciers comprimés.....	228

Dimensionnement des sections

6. Etude d'un bâtiment à usage d'habitation	235
7. Etude d'un bâtiment industriel.....	261

JUSTIFICATION DES SECTIONS – CAS DE LA FLEXION COMPOSEE

Dimensionnement des sections

- 8. Etude des poteaux d'un bâtiment à usage d'habitation 288
- 9. Etude des poteaux d'un bâtiment industriel 300

Vérification des sections aux états limites de service

- 10. Etude d'une poutre de section rectangulaire sans aciers comprimés..... 321
- 11. Etude d'une poutre de section rectangulaire avec aciers comprimés..... 329

Vérification des sections aux états limites ultimes

- 12. Etude d'une poutre de section rectangulaire sans aciers comprimés..... 337
- 13. Etude d'une poutre de section rectangulaire avec aciers comprimés..... 345

JUSTIFICATION DES POTEAUX SOUMIS A UNE COMPRESSION CENTREE

Cas où les dimensions de la section transversale sont connues

- 14. Etude d'un poteau de section rectangulaire..... 361
- 15. Etude d'un poteau de section circulaire 366

Cas où les dimensions de la section transversale sont inconnues

- 16. Etude d'un poteau de section rectangulaire..... 371
- 17. Etude d'un poteau de section circulaire 376

JUSTIFICATION DES OUVRAGES DE FONDATION

- 18. Etude d'une semelle isolée 381
- 19. Etude d'une semelle continue 386

Logiciel MELBA 98

MELBA 98 – LOGICIEL DE CALCUL DE STRUCTURES EN BETON ARME SELON LA METHODE DES ETATS LIMITES

- 1. Présentation du logiciel..... 392
- 2. Captures d'écran du logiciel..... 393