

Béton armé

Avant-propos

par **Jean PERCHAT**

Ingénieur des Arts et Manufactures

Professeur honoraire à l'École Spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie

Professeur au Centre des Hautes Études de la Construction

| | |
|---|-------------|
| 1. Présentation des articles de la rubrique | C 2 300 - 2 |
| 2. Notations et unités utilisées dans la rubrique | - 2 |

Les Règles de conception et de calcul aux états-limites des ouvrages en béton armé, dites **Règles BAEL**, parues en 1980 et révisées une première fois en 1983, ont été révisées à nouveau en 1991. Le nouveau texte a été publié sous le nom de « Règles BAEL 91 ».

Les modifications qui ont été apportées à la rédaction antérieure répondent essentiellement aux buts suivants :

- tenir compte de l'évolution des propriétés des bétons, avec le développement des bétons à hautes performances ;
- améliorer et compléter certaines rédactions susceptibles d'être interprétées de façon erronée ;
- corriger les articles présentant des anomalies ou des imperfections, mises en évidence par l'usage systématique des Règles BAEL 83 ;
- supprimer certaines disparités existant encore entre ces Règles et les Règles BPEL ;
- tenir compte des textes les plus récents (fascicules 65 et 65A du CCTG, DTU 21, etc.).

Bien que la nouvelle édition des Règles BAEL ne remette pas en cause les prescriptions des Règles BAEL 83, les modifications qui ont été apportées à ces dernières sont suffisamment nombreuses pour nécessiter une mise à jour de la présente rubrique. En outre, étant donné la généralisation de l'emploi d'aciers de nuance Fe E 500, au détriment de la nuance Fe E 400 qui était jusqu'à présent la nuance la plus courante, cette mise à jour a été étendue aux tableaux et aux exemples numériques donnés dans le texte.

1. Présentation des articles de la rubrique

La série « Béton armé » fait l'objet de plusieurs articles :

- Avant-propos [C 2 300]
- Généralités [C 2 301]
- Évolution des méthodes de calcul [C 2 302]
- Règles BAEL.
 - Caractères des matériaux
 - Actions et sollicitations [C 2 304]
 - Règles BAEL. Sollicitations normales [C 2 306]
 - Règles BAEL.
 - Sollicitations tangentes
 - Sollicitations d'adhérence [C 2 308]
 - Règles BAEL.
 - Dispositions constructives
 - Dispositions particulières [C 2 310]
 - Règles BAEL. Établissement des projets [C 2 312]
 - Règles BAEL. Ossatures et éléments courants [C 2 314]
 - Règles BAEL. Ouvrages particuliers [C 2 315]
 - Règles BAEL. Exécution et estimation des travaux [C 2 316]
 - Règles BAEL. Pathologie et réparation des ouvrages [C 2 317]
 - Règles BAEL. Béton de granulats légers artificiel [C 2 318]
 - Règles BAEL. Comportement expérimental [C 2 319]
 - Pour en savoir plus [C 2 320]

2. Notations et unités utilisées dans la rubrique

■ Unités

Les unités utilisées dans la présente rubrique sont les unités SI (article **Unités légales et facteurs de conversion** [A 24]). L'unité de force est donc le newton (N) ; comme l'unité de pression (ou de contrainte), le pascal, correspond à une valeur très faible (1 N/m^2), les Règles de calcul du béton armé aux états-limites (Règles BAEL) expriment les contraintes en mégapascals :

$$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa} = 1 \text{ N/mm}^2 = 100 \text{ tf/m}^2$$

■ Notations et symboles

La liste des notations et symboles utilisés dans la rubrique est donnée dans le tableau 1, celle des indices dans le tableau 2.

Pour désigner des valeurs admissibles, bien que les Recommandations ISO préconisent l'emploi de l'indice **adm**, pour des raisons de commodité, nous utiliserons dans les articles qui suivent le **surlignage**, couramment employé dans les textes antérieurs.

Tableau 1 – Notations et Symboles

| Symbol | Définition |
|----------|---|
| <i>a</i> | dimension (en général longitudinale ou longueur spécifique flèche) |
| <i>b</i> | dimension transversale (largeur ou épaisseur d'une section) <i>b₀</i> épaisseur brute de l'âme d'une poutre <i>b_n</i> épaisseur nette de l'âme d'une poutre <i>b</i> et <i>b'</i> largeurs des membrures supérieure et inférieure d'une poutre |
| <i>c</i> | <i>c_g</i> grosseur du granulat |

(1) Prendre garde que cette notation est utilisée de manière très courante par les Règles BAEL pour désigner des rapports de natures très différentes : rapports de dimensions, rapports de charges, rapports de moments, etc., qui peuvent souvent apparaître simultanément au cours d'un même calcul.

Tableau 1 – Notations et Symboles (suite)

| Symbol | Définition |
|--------|--|
| d | hauteur utile (distance du barycentre des armatures les moins comprimées à la fibre extrême la plus comprimée) d' distance du barycentre des armatures les plus comprimées à la fibre extrême la plus comprimée |
| e | excentricité d'une force normale par rapport au centre de gravité de la section du béton seul (avec divers indices) comptée positivement vers les compressions |
| f | { résistance d'un matériau (avec divers indices : { $f_e, f_{cj}, f_{ti}, f_{c28}, f_{t28}$) flèche |
| g | { charge permanente unitaire accélération de la pesanteur effort d'entraînement par unité de longueur |
| h | hauteur totale d'une section fléchie h_0 épaisseur d'une membrure, d'une dalle |
| i | rayon de giration d'une section |
| j | nombre de jours |
| k | coefficient (en général) |
| ℓ | (ou L) longueur ou portée ℓ_s, ℓ'_s longueurs de scellement droit ℓ_f longueur de flamtement |
| n | { coefficient d'équivalence acier-béton quantité exprimée par un nombre entier |
| p | charge unitaire comprenant charge permanente + charge variable |
| q | charge variable unitaire |
| r | rayon de courbure r_g rayon moyen d'une maille de grille |
| s | espacement d'armatures en général s_t espacement des armatures transversales |
| t | temps |
| u | périmètre |
| w | largeur d'une fissure |
| x | abscisse en général |
| y | ordonnée parallèlement au plan moyen, par rapport à l'axe central d'inertie, d'un point d'une section ; profondeur de l'axe neutre, indiquée quand il y a lieu (y_u à l'état-limite ultime ; y_{ser} ou y_1 à l'état-limite de service) |
| z | { bras de levier du couple de flexion coordonnée d'altitude |
| A | { (ou A_s) aire section droite armatures { A' comprimées A tendues A_t cours d'armatures transversales |
| B | { (ou A_b) aire section droite béton { B' comprimée B tendue |
| E | E_s module d'élasticité de l'acier E_b module de déformation du béton E_{fl} module de déformation sous fluage E_i module de déformation instantanée E_v module de déformation différée E_q action sismique |
| F | force ou action (en général) |

(1) Prendre garde que cette notation est utilisée de manière très courante par les Règles BAEL pour désigner des rapports de natures très différentes : rapports de dimensions, rapports de charges, rapports de moments, etc., qui peuvent souvent apparaître simultanément au cours d'un même calcul.

Tableau 1 – Notations et Symboles (suite)

| Symbole | Définition |
|---------------|---|
| G | { action permanente module d'élasticité transversal |
| I | moment d'inertie en général (avec divers indices) |
| K | { (ou J) moment d'inertie de torsion coeffcient |
| L | longueur ou portée |
| M | moment fléchissant (avec divers indices : $M_u, M_{ser}, M_G, M_Q, M_n, M_s, M_w, M_e$) M_0 moment fléchissant maximal dans une travée de poutre indépendante M_T moment de torsion ou moment dû à la température |
| N | effort normal (avec divers indices, notamment N_u et N_{ser}) |
| P | charge totale ou localisée comprenant charge permanente + charge variable |
| Q | action ou charge variable quelconque Q_B charge d'exploitation (bâtiment) |
| R | { réaction d'appui sollicitation résistante force résultante |
| S | moment statique par rapport à l'axe central d'inertie normal au plan moyen de tout ou partie (avec divers indices) de la section droite située d'un même côté par rapport au dit axe. S sollicitation quelconque (avec indices) S_n action due à la neige |
| T | { moment de torsion (ou M_T) température |
| V | effort tranchant (avec divers indices comme M) V_{red} effort tranchant réduit |
| W | action due au vent |
| α | { coefficient sans dimension (1) angle d'une armature avec la fibre moyenne d'une pièce linéaire |
| γ | coefficient de sécurité partiel (avec indices : $\gamma_S, \gamma_Q, \gamma_m, \gamma_s, \gamma_b$) |
| ε | variation relative de longueur (avec indices : $\varepsilon_s, \varepsilon_{sc}, \varepsilon_{bc}$ ou ε_b) ε_r retrait du béton |
| η | coefficient de fissuration d'une armature |
| θ | { température déviation angulaire |
| λ | élancement mécanique d'une pièce comprimée |
| μ | coefficient de frottement |
| ν | { coefficient de Poisson coefficient sans dimension |
| ρ | rapport de deux quantités de mêmes dimensions (en particulier, rapport du volume des aciers à celui du béton) |
| σ | contrainte normale (avec indices : σ_{st} ou $\sigma_s, \sigma_{sc}, \sigma_{bc}, \sigma_{bt}$) |
| τ | contrainte tangente (avec indices) τ_s contrainte d'adhérence τ_{se} contrainte d'adhérence d'entraînement |
| φ | coefficient de fluage |
| ψ | (avec indices) coefficients applicables aux actions ψ_s coefficient de scellement d'une armature |
| Δ | variation |

(1) Prendre garde que cette notation est utilisée de manière très courante par les Règles BAEL pour désigner des rapports de natures très différentes : rapports de dimensions, rapports de charges, rapports de moments, etc., qui peuvent souvent apparaître simultanément au cours d'un même calcul.

Tableau 1 – Notations et Symboles (suite)

| Symbol | Définition |
|-------------|---|
| Σ | sommation |
| \emptyset | diamètre nominal d'une armature |
| Ω | aire (calcul en torsion) |
| ∞ | final (au bout d'un temps conventionnellement infini) |

(1) Prendre garde que cette notation est utilisée de manière très courante par les Règles BAEL pour désigner des rapports de natures très différentes : rapports de dimensions, rapports de charges, rapports de moments, etc., qui peuvent souvent apparaître simultanément au cours d'un même calcul.

Tableau 2 – Liste des indices

| Symbol | Définition |
|---------|--|
| b | béton |
| c | compression |
| d | valeur de dimensionnement ou de calcul |
| dyn | dynamique |
| e | { limite d'élasticité de l'acier côté droit (est) entraînement |
| f | { fissuration flambement |
| $f\ell$ | fluage |
| g | { centre de gravité granulat |
| i | initial ou instantané |
| j | âge en jours |
| k | caractéristique |
| ℓ | longitudinal |
| m | { moyenne matériau |
| max | maximal |
| min | minimal |
| n | { côté haut (nord) section nette |
| o | { section brute origine |
| r | { retrait rupture de l'acier |
| red | réduit |
| s | { acier de béton armé côté bas (sud) scellement ou adhérence |
| ser | état-limite de service (ou d'utilisation) |
| t | { transversal (notamment armatures transversales) traction |
| u | état-limite ultime |
| v | à long terme |
| w | côté gauche (ouest) |
| x | suivant l'axe des x |

Tableau 2 – Liste des indices (suite)

| Symbole | Définition |
|---------|---|
| y | suivant l'axe des y |
| z | suivant l'axe des z |
| A | action accidentelle |
| B | charges d'exploitation (bâtiment) |
| E | séisme |
| G | charges permanentes |
| M | charges d'exploitation de caractère particulier |
| Q | action variable quelconque |
| S | $\left\{ \begin{array}{l} \text{action due à la neige} \\ \text{sollicitation} \end{array} \right.$ |
| T | actions de la température |
| W | actions dues au vent |