

Béton armé

Évolution des méthodes de calcul

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. Évolution des méthodes de calcul	C 2 302 - 2
1.1 Méthode dite classique	— 2
1.2 Corrections apportées à la méthode classique	— 3
1.3 Méthodes de calcul à la rupture	— 3
1.4 Méthodes de calcul aux états-limites.....	— 3
1.4.1 Définition des états-limites	— 3
1.4.2 Origine des méthodes de calcul aux états-limites	— 3
1.4.3 État actuel des travaux ; influence du Comité euro-international du béton	— 4
1.4.4 Idée de base du probabilisme	— 4
1.4.5 Recours au semi-probabilisme.....	— 4
1.4.6 Vérification de la sécurité.....	— 4
Pour en savoir plus.....	Doc. C 2 320

Après une période de relative stabilité, jusqu'aux environs de 1945, les méthodes de calcul des éléments des constructions en béton armé ont subi une évolution continue qui a abouti, depuis les quarante dernières années, à une modification profonde des principes mêmes sur lesquels reposaient ces méthodes.

Les changements successifs ont résulté :

- d'une part, d'une connaissance plus précise du comportement du matériau béton armé, acquise à la suite de nombreux essais effectués dans différents pays ;
- d'autre part, d'une évolution dans la notion même de la sécurité des constructions, où l'on est passé d'une conception de caractère déterministe à une conception de caractère probabiliste ou plutôt **semi-probabiliste**, ainsi que nous le verrons plus loin (**§ 1.4.5**).

Un rappel de cette évolution est nécessaire pour en mieux comprendre les raisons et la portée.

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

- Béton armé [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 tangentées
 - 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]

1. Évolution des méthodes de calcul

1.1 Méthode dite classique

La méthode dite classique ou aux contraintes admissibles est la première méthode de calcul de caractère scientifique ; elle a été officiellement par la Circulaire ministérielle de 1906 [21], et est pratiquement restée en vigueur jusqu'en 1945. Entre ces deux dates sont parus deux textes de caractère réglementaire :

— le Règlement sur les constructions en béton armé de la Chambre syndicale [22], qui ouvrait la voie à des idées nouvelles (courbe intrinsèque, déformations différenciées), mais qui a été peu appliquée ;

— la Circulaire ministérielle de 1934 [23], mais elle n'apportait pas de changements notables à celle de 1906.

La méthode classique a pour base l'extension aux pièces hétérogènes des méthodes de la Résistance des Matériaux en phase élastique. L'hétérogénéité dont il est ici question concerne les différentes fibres d'une même section transversale, mais chaque fibre est homogène dans sa longueur.

La section transversale d'une pièce en béton armé comporte donc des *fibres béton* et des *fibres acier*. Ces dernières peuvent être remplacées par des *fibres béton équivalentes*, obtenues en multipliant les aires des premières par le rapport $E_s/E_b = n$ des modules de déformation ; n est le *coefficient d'équivalence*.

On a donc : aire acier A équivalente à aire béton :

$$B_A = nA$$

Si l'on considère, dans une section transversale, le point de contact de deux fibres acier et béton, situées dans une zone non fissurée, les variations relatives de longueur (raccourcissement ou allongement) ϵ_s et ϵ_b doivent être égales, puisqu'il y a adhérence entre béton et acier, et l'on a, d'après la loi de Hooke (article *Résistance des Matériaux* [C 2 000] dans le traité Construction) :

$$\epsilon_s = \sigma_s/E_s \text{ pour l'acier}$$

$$\epsilon_b = \sigma_b/E_b \text{ pour le béton}$$

d'où

$$\sigma_s/E_s = \sigma_b/E_b$$

ou encore

$$\sigma_s = (E_s/E_b) \sigma_b = n\sigma_b$$

Les hypothèses de la Résistance des Matériaux sont à compléter par l'hypothèse suivante.

La résistance du béton tendu est négligée dans la vérification des sections des pièces en béton armé, ce qui est légitime en raison de la faible valeur de cette résistance et de son caractère aléatoire (certaines pièces peuvent être fissurées, même sous des charges très faibles, sous le seul effet du retrait).

Nota : que cette hypothèse ne s'applique pas, d'une façon générale, à l'évaluation des déformations d'ensemble des pièces et, par suite, à la détermination des réactions surabondantes des ouvrages hyperstatiques [C 2 304].

Les méthodes de la Résistance des Matériaux, ainsi complétées, permettent le calcul des contraintes de compression σ_{bc} , dans le béton de compression σ_{sc} ou de traction σ_{st} dans l'acier ; il faut alors vérifier que ces contraintes sont inférieures à des valeurs *admissibles* $\bar{\sigma}_{bc}$, $\bar{\sigma}_{sc}$ et $\bar{\sigma}_{st}$, fixées en fonction de la résistance à la compression du béton et de la limite d'élasticité de l'acier, *indépendamment du mode de sollicitation des pièces*.

Cette méthode de calcul, que l'on a longtemps considérée comme la seule scientifiquement valable, était la base des prescriptions des premiers règlements : Circulaires ministérielles de 1906 et de 1934 et, dans une large mesure, Règles BA 1945 [24].

Toutefois, une remarque s'impose concernant le coefficient d'équivalence n égal, par définition, à E_s/E_b .

Nous verrons que, si E_s peut être considéré comme sensiblement constant quelle soit la nuance de l'acier [C 2 304], le module de déformation E_b du béton varie dans de larges limites, en fonction des résistances mécaniques du béton et de la durée d'application des charges [C 2 304]. Les valeurs extrêmes de E_b peuvent être dans le rapport de 7 à 1.

Considéré strictement comme le rapport des modules de déformation, le coefficient n pourrait ainsi varier entre deux valeurs extrêmes qui seraient respectivement de l'ordre de 4 et de 30. Pour un même béton courant, les valeurs extrêmes sont dans le rapport de 1 à 3 ; par exemple : 7 à 8 d'une part, 20 à 24 d'autre part.

Il en résulte que, si l'on voulait être logique, il conviendrait d'introduire, dans les calculs, des valeurs variables de n ; mais cela conduirait à de grandes complications. On adopte donc, dans les vérifications des contraintes des pièces en béton armé, une valeur fixe de n , qu'il faut alors considérer non pas comme un coefficient théorique égal à E_s/E_b , mais comme un coefficient de caractère semi-empirique, dont la valeur moyenne a été choisie pour conduire à des résultats présentant, dans l'ensemble, une assez bonne concordance avec l'expérience. Les règlements antérieurs prescrivaient de prendre soit $n = 10$ (Circulaire de 1906), soit $n = 15$ (Règles BA 1945).

Compte tenu de l'approximation résultant du choix d'une valeur fixe de n , et compte tenu également du fait que le béton ne suit qu'imparfaitement la loi de Hooke (ainsi que nous le verrons en [C 2 304]), on peut se demander quelle est la valeur réelle de la méthode classique telle qu'elle est définie au début de ce paragraphe. Il est évident que les résultats auxquels elle conduit ne sauraient correspondre à une représentation des phénomènes parfaitement conforme à la réalité.

Bien que cette méthode ait, dans une large mesure, reçu la sanction de l'expérience, en ce sens qu'elle a été appliquée au dimensionnement d'un nombre considérable de constructions qui n'ont donné lieu à aucun incident, il est apparu, à la lumière des résultats de nombreux essais systématiques, que son application conduisait à des coefficients de sécurité qui étaient loin d'être homogènes à l'égard des différents modes de sollicitations. Il convenait donc d'apporter des correctifs à la méthode classique pour pallier cet inconvénient.

1.2 Corrections apportées à la méthode classique

Le mode de calcul des contraintes reste le même que dans la méthode classique exposée en paragraphe 1.1, mais les valeurs des contraintes admissibles $\bar{\sigma}_{bc}$, $\bar{\sigma}_{sc}$ et $\bar{\sigma}_{st}$ sont fonction non seulement des caractères mécaniques des matériaux, mais aussi du *mode de sollicitation des pièces*. Le choix de ces valeurs a été fait pour obtenir des coefficients de sécurité sensiblement homogènes dans les différents cas, sans complication excessive ; il a donc eu pour fondement essentiel les résultats d'essais systématiques.

Un premier pas dans cette voie avait été fait dans les Règles BA 1945, qui admettaient une légère augmentation des contraintes sur appuis des poutres continues. Mais les Règles BA 1960 [26] sont allées beaucoup plus loin ; c'est ainsi que, dans une poutre fléchie de section rectangulaire, la contrainte admissible du béton était double de celle d'un poteau soumis à la compression simple, en raison de l'importance des phénomènes d'adaptation plastique qui peuvent intervenir en flexion.

De même, les valeurs des contraintes admissibles des armatures transversales sous l'effet de l'effort tranchant variaient en fonction de la valeur de la contrainte tangente, afin de tenir compte des résultats de nombreux essais.

Les Règles CCBA 1968 [27], ainsi que le titre VI du fascicule 61 du Cahier des prescriptions communes (CPC) applicable aux marchés de l'État [28], qui sont pratiquement identiques, avaient repris l'essentiel les prescriptions fixées par les Règles BA 1960. La méthode de vérification des sections par application de ces différents textes avait constitué un progrès notable par rapport à celle de la méthode classique (§ 1.1).

Il convient, de plus, de remarquer que dans certains modes de sollicitation (flexion composée, notamment) les contraintes des pièces en béton armé ne sont pas proportionnelles aux éléments de réduction des forces élastiques M , N et V .

Toute méthode de vérification en phase élastique, en limitant les contraintes à des valeurs fixées d'avance, risque de conduire à des insuffisances graves. C'est la raison pour laquelle, déjà à partir des Règles BA 1945, les règlements français avaient prescrit une vérification complémentaire de la sécurité à l'égard des charges variables (charges d'exploitation ou charges climatiques), où les contraintes étaient déterminées compte tenu d'une majoration des efforts agissants.

Cette vérification a été généralisée dans les règlements ultérieurs, notamment dans les Règles CCBA 1968 et le titre VI du fascicule 61 du CPC, sous la dénomination de *justification sous sollicitation totale pondérée du second genre*. Les contraintes admissibles étaient alors supérieures à celles adoptées sous efforts d'intensité normale.

1.3 Méthodes de calcul à la rupture

À partir de l'interprétation de l'ensemble des résultats obtenus dans les essais systématiques effectués dans des conditions sérieuses en divers pays, on a pu échafauder des théories permettant de déterminer les sollicitations probables de rupture d'une pièce (par exemple, le moment fléchissant probable de rupture d'une poutre) en fonction des caractères géométriques de la pièce (dimensions du béton, position et section des armatures) et des caractères mécaniques du béton et de l'acier. On peut alors comparer la sollicitation de service et la sollicitation probable de rupture, et apprécier si l'on a un coefficient de sécurité suffisant.

À l'inverse, à partir d'une sollicitation de service donnée et d'un coefficient de sécurité fixé, on peut déterminer une sollicitation de rupture et en déduire le dimensionnement des sections.

De telles méthodes sont dites *méthodes de calcul à la rupture*.

On a assez souvent utilisé en France une telle méthode, sous la forme due à R. Chambaud [12] [29], qui a donné une théorie du calcul des pièces à la rupture à la suite des essais faits, sous sa direction, sur des poutres en béton armé à l'instigation de la Chambre syndicale des constructeurs en ciment armé.

L'application de cette méthode était, dans certains cas, plutôt laborieuse, mais elle a permis de conserver, sans renforcement, certains éléments d'ouvrages non conformes aux prescriptions des règlements alors en vigueur.

Les méthodes de calcul à la rupture, et en particulier celle de R. Chambaud, permettent d'estimer une façon assez précise la sécurité des pièces en béton armé et, par conséquent, d'avoir des coefficients de sécurité sensiblement homogènes. Toutefois, ces méthodes s'avèrent incomplètes, car elles ne dispensent pas de procéder à d'autres vérifications suivant les méthodes réglementaires sous les charges de service, notamment en ce qui concerne les déformations et la fissuration.

Il convenait donc d'imaginer et de mettre au point une extension et une généralisation de ces méthodes ; les *méthodes de calcul aux états-limites* répondent à cet objet.

1.4 Méthodes de calcul aux états-limites

1.4.1 Définition des états-limites

Un ouvrage doit être conçu et calculé de manière à présenter durant toute sa durée d'exploitation des sécurités appropriées vis-à-vis :

- de sa ruine ou de celle de l'un quelconque de ses éléments ;
- d'un comportement en service susceptible d'affecter gravement sa durabilité, son aspect ou encore le confort des usagers.

Tout état au-delà duquel une structure ou une partie de cette structure cesserait de remplir les fonctions, ou ne satisferait plus aux conditions pour lesquelles elle a été conçue, est appelé *état-limite*.

Les divers états-limites que l'on peut envisager peuvent être classés en deux catégories :

- les **états-limites ultimes** correspondant à la ruine de l'ouvrage ou de l'un de ses éléments par perte d'équilibre statique, rupture, flambement, etc. ;
- les **états-limites de service** au-delà desquels ne sont plus satisfaites les conditions normales d'exploitation et de durabilité (ouverture excessive des fissures, déformations excessives des éléments porteurs, vibrations inconfortables pour les usagers, etc.).

1.4.2 Origine des méthodes de calcul aux états-limites

Les méthodes de calcul aux états-limites ont leur origine :

- d'une part, dans les recherches théoriques dans le domaine du *probabilisme* concernant la sécurité des constructions, telles que celles effectuées en France dès 1936 par Marcel Prot et Robert Lévi ;
- d'autre part, dans le développement continu des recherches théoriques et expérimentales sur le comportement des matériaux et des structures.

Les recherches dans le domaine du probabilisme ont donné naissance à des principes de sécurité exposés pour la première fois en 1957 dans un rapport du Conseil international du bâtiment, et adoptés par la suite par le Comité européen du béton (1964), la Fédération internationale de la précontrainte (1966), l'Organisation internationale de normalisation (norme internationale ISO 2394, 1972) et par la Convention européenne de la construction métallique.

Ces principes de sécurité ont également constitué la base de la deuxième édition des Recommandations internationales CEB/FIP pour le calcul et l'exécution des ouvrages en béton (armé ou précontraint) publiées en 1970 [30].

1.4.3 État actuel des travaux ; influence du Comité euro-international du béton

Après 1970, le Comité euro-international du béton (CEB) avait décidé que les éditions futures de ses Recommandations internationales devraient s'insérer dans un vaste *Système international de réglementation technique unifiée des structures*, à établir par les diverses associations techniques internationales, agissant en étroite collaboration.

Les travaux, commencés en 1974, avaient abouti à la publication en 1978 des deux premiers volumes [146] de ce grand ensemble, à savoir :

- le volume I : *Règles unifiées communes aux différents types d'ouvrages et de matériaux*, issu des travaux du Comité mixte inter-associations sur la sécurité des structures (JCSS) ;

- le volume II : *Code Modèle CEB/FIP pour les structures en béton*, issu des travaux du Comité euro-international du béton.

Ces deux documents tenaient compte de l'évolution scientifique et technique concernant les concepts relatifs à la sécurité des structures et à l'analyse de leur comportement.

Les *Directives Communes de 1979* [37] et les Règles BAEL [33] s'en sont, respectivement, largement inspirées. L'influence du Code Modèle CEB/FIP est également sensible dans l'*Eurocode 2*, future norme pour le calcul des ouvrages en béton à l'usage des pays de l'Union européenne, où elle va être appliquée à titre expérimental dans les toutes prochaines années.

Il convient de noter que le CEB a procédé à une quatrième édition de ses Recommandations internationales, sous le nom de *Code Modèle CEB/FIP 1990* [187]. Ce texte comporte de nombreuses innovations, en particulier en ce qui concerne les données relatives aux propriétés physiques et mécaniques des bétons, l'introduction de modèles de calcul généralisés, les analyses linéaire et non-linéaire des structures, les vérifications globales vis-à-vis des sollicitations normales (M, N) et des sollicitations tangentiales (V, T) par la considération de modèles de calcul à bieles comprimées et tirants tendus (qui se substituent aux vérifications séparées antérieures), la vérification à la fatigue, etc. À cause de toutes ces nouveautés, l'usage courant du Code Modèle CEB-FIP 1990 demandera probablement une assez longue période d'adaptation.

1.4.4 Idée de base du probabilisme

Un état-limite pourrait être atteint par intervention combinée de multiples facteurs aléatoires d'insécurité. L'idée de base du probabilisme est de limiter la probabilité d'atteindre l'un quelconque des états-limites à une valeur acceptable, en tenant compte du caractère aléatoire :

- des **résistances des matériaux** (incertitudes dues à la dispersion des mesures en laboratoire sur éprouvettes, ou dues aux défauts locaux, conditions climatiques, etc., affectant la résistance effective du matériau en œuvre) ;

- des **actions**, c'est-à-dire des forces ou charges, et des déformations imposées (incertitudes sur les valeurs normalement prévisibles, les valeurs anormales ou imprévues, les combinaisons possibles) ;

- des **solicitations**, c'est-à-dire des efforts (normaux ou tranchants) ou des moments (de flexion ou de torsion) qui sont déduits des actions par des méthodes de calcul appropriées (incertitudes dues aux approximations inévitables adoptées dans les modèles de calcul utilisés, et aux imperfections de l'exécution).

1.4.5 Recours au semi-probabilisme

Malheureusement, si le problème exposé précédemment est théoriquement résolu, il est loin de l'être pratiquement. En effet, certains facteurs d'insécurité ne sont pas probabilisables ; pour ceux qui le sont, les lois de probabilité à prendre en compte ne sont pas toujours connues. Il n'était donc pas possible d'envisager une application systématique des méthodes probabilistes.

C'est pourquoi le procédé de calcul, préconisé par le CEB et la FIP et adopté par de nombreux pays dont la France [32] [33], est encore de nos jours un procédé *semi-probabiliste* dans lequel les aspects probabilistes sont traités comme suit :

- la variabilité de la résistance et des autres propriétés du béton et de l'acier est prise en compte en définissant sur une base statistique, à partir des mesures effectuées en laboratoire sur éprouvettes, des résistances caractéristiques associées à des propriétés caractéristiques ;

- la variabilité des actions sur la structure est prise en compte en définissant pour celles-ci des **valeurs caractéristiques**, déterminées soit par l'exploitation statistique des données nécessaires, lorsqu'elles existent, soit par une estimation fondée sur l'expérience dans le cas contraire ;

- les valeurs caractéristiques des résistances et des actions sont transformées en **valeurs de calcul** en les affectant de coefficients γ (coefficients diviseur γ_m , pour les résistances des matériaux ; coefficients multiplicateurs γ_Q ou γ_S , pour les actions ou les sollicitations) dont les valeurs sont fixées, en fonction de l'état-limite considéré, sur la base de considérations probabilistes.

1.4.6 Vérification de la sécurité

■ Une structure est soumise à des combinaisons d'actions complexes et variées. La sollicitation de calcul (effort normal N , moment de flexion M , effort tranchant V , couple de torsion T), correspondant à une combinaison et à un état-limite donnés, est dite **solicitation agissante de calcul** et désignée symboliquement par la lettre S .

Pour déterminer S , on est amené à faire un choix parmi toutes les combinaisons d'actions qui peuvent agir simultanément, et à ne retenir que celles qui sont physiquement possibles et hautement probables.

On définit ainsi, à partir de certaines combinaisons d'actions de calcul ($\Sigma \gamma_{Qj} Q_j$) et par une méthode de calcul appropriée, des sollicitations agissantes de calcul $S(\Sigma \gamma_{Qj} Q_j)$ qui peuvent, selon l'état-limite considéré et les valeurs de γ_{Qi} prises en compte, être des sollicitations agissantes ultimes S_u ou de service S_{ser} .

Lorsque plusieurs actions individuelles interviennent dans une même combinaison, la valeur du coefficient γ_{Qi} affectant certaines d'entre elles peut d'ailleurs être réduite (par rapport à la valeur prise en compte pour la même action supposée isolée) pour tenir compte du fait que la probabilité que toutes les actions de la combinaison atteignent simultanément leur valeur caractéristique est faible.

■ Pour chaque état-limite, il existe une **solicitation résistante de calcul** de la structure, qui est celle pour laquelle l'un des matériaux constitutifs a atteint soit une certaine déformation limite, soit une certaine contrainte limite.

Cette sollicitation résistante de calcul, désignée symboliquement par \bar{S} , est déterminée dans l'hypothèse :

- d'un comportement plastique des matériaux dans le cas des états-limites ultimes ;
- d'un comportement élastique des matériaux dans le cas des états-limites de service ;

en prenant en compte leurs résistances de calcul (c'est-à-dire leurs résistances caractéristiques divisées par les coefficients γ_m).

■ La vérification de la sécurité consiste à s'assurer que, pour chaque état-limite, et pour le cas de charge le plus défavorable sous la combinaison d'actions considérée, la sollicitation agissante de calcul S correspondante ne dépasse pas la sollicitation résistante de calcul \bar{S} , c'est-à-dire, symboliquement et vectoriellement :

$$S \leq \bar{S}$$

ou, de façon plus précise :

$$S(\sum \gamma_{Qi} Q_i) \leq \bar{S}(f_e/\gamma_s, f_{bc}/\gamma_b, f_{bt}/\gamma_b)$$

avec f_e limite d'élasticité (ou *résistance caractéristique*) de l'acier,
 f_{bc}, f_{bt} résistances caractéristiques du béton respectivement à la compression et à la traction,
 γ_s, γ_b coefficients partiels, au moins égaux à l'unité, relatifs respectivement à l'acier et au béton.

Nota : la forme générale de l'inégalité est celle qui figure dans l'article *Béton précontraint* [C 2 360] du présent traité. La vérification demandée par les Règles BAEL correspond à la forme simplifiée ci-dessus, les valeurs numériques de γ_{Qi} ($= \gamma_{F1}, \gamma_{F2}$) dans l'article précédent ayant, bien entendu, été modifiées pour redonner sensiblement les mêmes valeurs de sollicitation que la formule générale.

Béton armé : Règles BAEL

par Jean PERCHAT

Ingénieur des Arts et Manufactures

Professeur honoraire à l'École spéciale des travaux publics, du bâtiment et de l'industrie

Professeur honoraire au Centre des hautes études de la construction

Références bibliographiques

Traités généraux, formulaires et guides d'emploi

Traités généraux

Les cours de béton armé des écoles ENPC, ECP, ETP de même que le cours de béton armé de J. PERCHAT au CHEC ne sont pas en vente. Ces documents peuvent être consultés dans les bibliothèques spécialisées.

- [1] *Cent ans de béton armé.* 1949, Éd. Science et Industrie.
- [4] GUERRIN (A.) et LAVAUR (R.C.). – *Traité de béton armé.* Tome I : Généralités. Propriétés générales. Mécanique expérimentale du béton armé. 356 p., 16 × 25, 4^e éd., 1973, Dunod.
- [5] GUERRIN (A.). – *Traité de béton armé.* Tome II : *Le calcul du béton armé.* 1973, Dunod.
- [9] MONTOYA (P.J.), MESEGUER (A.G.) et MORAN CABRE (F.). – *Hormigón armado.* 1973, Gustavo Gili, Barcelone.
- [11] FAUCHART (J.). – *Initiation au calcul des structures.* Béton et acier. 312 p., 16 × 25, 433 fig., 3^e tirage, 1981, Eyrolles.

Formulaires et guides d'emploi

- [12] CHAMBAUD (R.) et LEBELLE (P.). – *Formulaire du béton armé.* Tome I : 589 p., 17 × 25, 288 fig., 49 tabl., 72 abaques. 3^e éd., 1967, Eyrolles (épuisé).
- [13] COURTAND (M.) et LEBELLE (P.). – *Formulaire du béton armé.* Tome II : Application de la Résistance des Matériaux au calcul des structures en béton armé. 760 p., 14 × 23, 223 fig., 102 tabl., 2^e éd. complétée et refondue par (W.A.) JALIL, 1976, Eyrolles (épuisé).
- [14] JALIL (W.A.), BOUTIN (J.P.) et MICHOT (S.). – *Application des Règles BAEL 91 au cas des bâtiments courants.* Ann. ITBTP, janv. 1992.
- [15] *Guide d'emploi du règlement français de béton armé aux états-limites.* BAEL 83. 1985, 21 × 29,7, 219 p. SETRA (ouvrage complété par un document de synthèse BAEL 91 – BPEL 91, 20 p., 21 × 29,7, 1993, SETRA).
- [16] CAPRA (A.) et DAVIDOVICI (V.). – *Guide pratique d'utilisation des Règles BAEL 80.* 272 p., 21,5 × 30,5, 99 fig., 38 tabl., 145 abaques, 2^e tirage, 1981, Eyrolles (épuisé).
- [17] ISSABRÉ (O.) et KALIPÉ (N.). – *Memento Règles BAEL. Calcul rapide du béton armé.* 160 p., 14,5 × 21, 1982, Éd. Moniteur.
- [18] GUERRIN (A.), LAVAUR (R.C.) et LECROQ (Ph.). – *Guide de béton armé.* 396 p., 16 × 25, 1970, Dunod.
- [19] *Beton Kalender.* Éd. annuelle, Verlag W. Ernst und Sohn.

- [20] DAVIDOVICI (V.). – *Aide-mémoire du béton armé.* 192 p., 13 × 18, 178 fig., 1974, Dunod.

Méthodes de calcul.

Règlements et recommandations

Méthode aux contraintes admissibles

- Les références [21] [22] [23] [24] [25] [26] [27] [28] sont anciennes et ne sont citées que pour mémoire.
- [21] *Instructions relatives à l'emploi du béton armé.* Circulaire du 20 oct. 1906, Imprimerie Centrale Administrative.
- [22] *Règlement sur les constructions en béton armé établi par la Commission d'Études Techniques de la Chambre Syndicale des Constructeurs en Ciment Armé de France.* 1931, Gauthier-Villars.
- [23] *Instructions relatives à l'emploi du béton armé dans les ouvrages dépendant du ministère des Travaux Publics et commentaires explicatifs.* Circulaire du 19 juil. 1934, Imprimerie Centrale Administrative.
- [24] *Règles d'utilisation du béton armé applicables aux travaux dépendant du ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme et aux travaux privés.* Règles BA 1945, modifiées en mars 1948. Documentation Techn. Bât.

- [25] *Règles d'utilisation des ronds crénelés et lisses pour béton armé de limite élastique supérieure ou égale à 40 kg/mm².* Règles 1948, ronds n° 40-60. Inst. Techn. Bât.
- [26] *Règles pour le calcul et l'exécution des constructions en béton armé* (Document Technique Unifié) Règles BA 1960. Documentation Techn. Bât. mars 1961.
- [27] *Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé (dites Règles CCBA 1968, révisées 1970).* 240 p., 16 × 25, 51 fig., 5^e tirage, 1975, Eyrolles.

- [28] *Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé. Circulaire MEL n° 70-115 du 27 oct. 1970. Fasc. 61 titre VI modifié du CPC.* (Le texte de ce document est le même que celui des Règles CCBA 1968, il tient compte des modifications de juil. 1970). BOMET Fasc. Spéc. n° 70-93 bis.

Méthodes de calcul à la rupture

Ces méthodes n'ont jamais fait, en France, l'objet de textes réglementaires.

- [29] CHAMBAUD (R.). – *Le calcul du béton armé à la rupture.* 1965, Eyrolles (épuisé).

Méthodes de calcul aux états-limites

- [30] Recommandations internationales pour le calcul et l'exécution des ouvrages en béton. (Comité Européen du Béton et la Fédération

Internationale de la Précontrainte.) Tome I : *Principes et recommandations.* 91 p., 21 × 29,5. 1970 ; Tome II : *Fascicules annexes. Propositions.* 49 p. 21 × 29,5. 1970, Eyrolles (épuisé).

- [32] *Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton pré-contraint suivant la méthode des états-limites (Règles BPEL 91).* 15,5 × 24, 328 p., 1993, Eyrolles (également CSTB, avr. 1992).

- [33] *Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états-limites (Règles BAEL 91).* 15,5 × 24, 320 p., 1996, Eyrolles (également CSTB, mars 1992 et J.O. 1994).

- [33bis] *Eurocode 2 « Calcul des structures en béton » et Document d'Application Nationale, Norme NF P 18-711-0 (ENV 1992-1-1), AFNOR 1992.*

Matériaux

Béton

Se reporter à la bibliographie des articles de la rubrique Béton hydraulique.

Acier

- [34] *Armatures pour béton armé.* Titre I^{er} du fascicule 4 du CCTG n° spécial 83-14 bis du BOUL T. et E.

- [35] Liste des armatures bénéficiant du droit d'usage de la marque NF « *Armatures pour béton armé* ». AFCAB.

- [36] Collection des normes A35-015 à A35-030 « *Armatures pour béton armé* » (pour connaître le titre et la dernière édition de chacune d'elles, se reporter au Catalogue des normes AFNOR, mis à jour chaque année).

- [36bis] Norme NF A 35-018 *Armatures pour béton armé – Aptitude au soudage*, AFNOR, juil. 1984.

Actions et sollicitations

- [37] *Instructions techniques sur les directives communes de 1979 relatives au calcul des constructions.* Circulaire n° 79-25 du 13 mars 1979. BOMET Fasc. Spéc. 79-12 bis.

- [38] *Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art, titres I et III du fascicule 61 du CPC.* Circulaire n° 65 du 19 août 1960. Titre I : *Programmes de surcharges et épreuves des ponts rails.* Titre III : *Programme de charge et épreuve des ponts canaux.* BOMET Fasc. Spéc. n° 60-17 bis.

- [39] *Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art, titre II du fascicule 61 du CPC.* (Programme de charges et épreuves des ponts routiers). Circulaires n° 71-155 du 29 déc. 1971 et n° 75-156 du 30 déc. 1971. BOMET Fasc. Spéc. n° 72-21 bis.

BÉTON ARMÉ : RÈGLES BAEL

- [39bis] *Règles N 84 – Actions de la neige sur les constructions* (DTU P06-006), août 1987. CSTB.
- [40] Bases de calcul des constructions – Charges d'exploitation des bâtiments. NF P06-001, AFNOR, juin 1986.
- [41] *Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes (Règles NV 65 révisées)*, 15 × 24, 392 p., 1994, Eyrrolles (contient aussi les Règles N 84 [39bis]).
- [42] *Règles parasismiques 1969, révisées 1982 dites Règles PS 69/82 et annexes* (janv. 1984), 15,5 × 24, 272 p., 1995, Eyrrolles.
- [42bis] *Règles PS applicables aux bâtiments (Règles PS 92)*, 17 × 24, 288 p., 1996, Eyrrolles.
- Sollicitations normales**
- État-limite ultime de résistance**
- [43] RÜSCH (H.), GRASSER (E.) et RAO (P.S.). – *Principes de calcul du béton armé sous des états de contraintes monoaxiaux*. Bull. Information CEB n° 36, juin 1962.
- [44] *Manuel de calcul CEB-FIP Bending and Compression*, 111 p., 21,5 × 30,5, nombreux abaques, 1982, Construction Press.
- [45] GRASSER (E.). – *Bemessung der Stahlbetonbauteile*, Beton-Kalender. 1975, Verlag W. Ernst und Sohn.
- [46] JALIL (W.A.), MORISSET (A.) et PERCHAT (J.). – *Calcul du béton armé à l'état-limite ultime. Abaques en flexion simple et composée conformes aux Règles BAEL*, 412 p., 16 × 25, 305 fig., 22 tabl., 1976, Eyrrolles (épuisé).
- [47] JALIL (W.A.) et PERCHAT (J.). – *Calcul pratique du béton armé à l'état-limite ultime (BAEL)*. Ann. ITBTP, janv. 1977.
Voir également [147] [148] [149] et [167] [168].
- État-limite ultime de stabilité de forme**
- Voir également références [73] [74] [75] [76] [77] [78] [79] [80].
- [48] *Manuel de calcul CEB-FIP Flambement-instabilité*. Bull. Information CEB n° 103, juil. 1975.
- [49] MORISSET (A.). – *Stabilité des piles et des pylônes*. Ann. ITBTP, janv. 1976.
- États-limites de service**
- [50] *Manuel de calcul CEB-FIP Fissuration et déformation*. Bull. Information CEB n° 143, déc. 1981 (en anglais).
- [51] JACCOUD (J.P.) et FAVRE (R.). – *Flèche des structures en béton armé. Vérification expérimentale d'une méthode de calcul*. Ann. ITBTP, juil.-août 1982.
Voir également [164].
- Sollicitations tangentes**
- Effort tranchant**
- [52] *Manuel de calcul CEB-FIP Effort tranchant-Torsion*. Bull. Information CEB n° 92, juin 1973.
Voir également [165] [166].
- Torsion**
- Voir également [52].
- [53] ROBINSON (J.R.). – *Éléments constructifs spéciaux du béton armé. (Poutres soumises à la torsion, poutres-cloisons, consoles courtes, semelles de fondations, articulations)*. 1975, Eyrrolles.
- [54] FAUCHART (J.). – *Rupture des poutres de section rectangulaire en béton armé ou précontraint, par torsion et flexion circulaire combinées*. Ann. ITBTP, janv. 1973.
- Sollicitations d'adhérence**
- [55] ROBINSON (J.R.), ZSUTTY (T.C.), GUIORGADZÉ (G.), LIMA (L.J.), HOANG LONG HUNG et VILLATOUX (J.P.). – *La couture des jonctions par adhérence*. Ann. ITBTP, juin 1974.
- [56] *Bond action and bond behaviour of reinforcement*. Bull. Information CEB n° 151, déc. 1981.
- [57] FAUCHART (J.) et HOANG LONG HUNG. – *Ancrage des treillis soudés formés de fils bruts de tréfilage de forme cylindrique*. Ann. ITBTP, avr. 1973.
- Dispositions constructives**
- [58] *Manuel : Technology of reinforcement*. Bull. Information CEB n° 140.
Voir également références [167] [168].
- Ossatures des bâtiments**
- Ouvrages généraux**
- [59] COIN (A.). – *Ossatures des bâtiments. (Bases de la conception. Différentes catégories d'ouvrages élémentaires. Annexes sur l'isolation et la sécurité)*, 256 p., 15,4 × 24,3, nombreux abaques, tabl., fig., 4^e éd., 1981, Eyrrolles (épuisé).
- [60] FUENTES (A.). – *Béton armé. Calcul des ossatures (Torsion - Flambement - Oscillations - Déformations plastiques)*, 15,5 × 24, 232 p., 1987, Eyrrolles.
- [61] GUERRIN (A.). – *Traité de béton armé. Tome IV : Ossatures d'immeubles et d'usines. Planchers. Escaliers. Encorbellements. Ouvrages divers du bâtiment*. 1973, Dunod.
- [62] FUENTES (A.). – *Comportement post-élastique des structures en béton armé*, 15,5 × 24, 136 p., 1988, Eyrrolles.
Voir également [158].
- Dalles**
- [63] LHEUREUX (P.). – *Calcul des plaques rectangulaires minces au moyen des abaques de M. l'Inspecteur Général Pigeaud*. 1957, Gauthier-Villars.
- [64] PÜCHER (A.). – *Einflussfelder elastischer Platten*. 1973, Springer Verlag.
- [65] LEBELLE (P.). – *Calcul à rupture des hourdis et plaques en béton armé*. Ann. ITBTP, janv. 1955.
- [66] ALBIGÈS (M.) et FREDERIKSEN (M.). – *Calcul à la rupture des dalles par la théorie de Johansen*. Ann. ITBTP, janv. 1960.
- [67] BERNAERT (S.), HAAS (A.M.) et STEINMANN (G.A.). – *Calcul des dalles et structures planes aux états-limites*. Ann. ITBTP, mai 1969.
- [68] COMITÉ EUROPÉEN DU BÉTON. – *Annexes aux recommandations internationales pour le calcul et l'exécution des ouvrages en béton. Tome III. Annexe 5 : Dalles et structures planes*. 1972, Eyrrolles.
- Poutres de planchers**
- [69] REIMBERT (M. et A.). – *Calcul rapide des poutres continues par la méthode de M. Caquot. Applications pratiques. Calculs d'avant-projets. Formulaire*. 1960, Eyrrolles.
Voir également [150].
- Parois fléchies. Consoles courtes**
- Voir également [53].
- [70] LEONHARDT (F.) et ALBIGÈS (M.). – *Poutres-cloisons et recommandations internationales du CEB pour le calcul des poutres-cloisons*. Ann. ITBTP, janv. 1970.
- [71] *Recommandations provisoires du Bureau Securitas concernant les parois fléchies, les consoles courtes, le pourcentage minimal des armatures longitudinales dans les éléments de béton armé extérieurs aux bâtiments*. Ann. ITBTP, mai 1974.
- Planchers-champignons et planchers-dalles**
- [72] DAVIDOVICI (V.) et JALIL (W.A.). – *Planchers-dalles. Étude comparative des diverses méthodes de calcul*. Ann. ITBTP, déc. 1969.
- Poteaux**
- [73] ROBINSON (J.R.) et MODJABI (S.S.). – *La prévision des charges de flambement des poteaux en béton armé par la méthode de M. P. Faessel*. Ann. ITBTP, sept. 1968.
- [74] FAESSEL (P.), MORISSET (A.) et FOURÉ (B.). – *Le flambement des poteaux en béton armé*. Ann. ITBTP, mai 1973.
- [75] FAESSEL (P.), ROBINSON (J.R.) et MORISSET (A.). – *Tables d'états-limites ultimes des poteaux en béton armé*. 1971, Eyrrolles (épuisé).
- [76] CAPRA (A.). – *Flambement des poteaux en béton armé soumis à des forces horizontales. Abaques de calcul*. Ann. ITBTP, janv. 1975.
- [77] ROBINSON (J.R.), FOURÉ (B.) et SAHEBDJEM (A.). – *Flambement des poteaux carrés en béton chargés hors d'un plan de symétrie*. Ann. ITBTP, avr. 1975.
- [78] ROBINSON (J.R.), FOURÉ (B.) et BOURGHILI (A.V.). – *Le flambement des poteaux en béton armé chargés avec des excentricités différentes à leurs extrémités*. Ann. ITBTP, nov. 1975.
- [79] COIN (A.). – *États-limites ultimes de poteaux liés*. Ann. ITBTP, oct. 1975.
- [80] HINDIÉ (N.). – *Méthode pratique de calcul pour ordinateur de poche HP67 des états-limites ultimes au flambement des poteaux rectangulaires en béton armé d'après la méthode de Faessel*. Ann. ITBTP, oct. 1977. (Le programme demanderait à être adapté aux outils modernes).
- Murs et contreventements**
- [81] DTU 23-1. – *Parois et murs en béton banché*, fév. 1990. CSTB.
- [82] ALBIGÈS (M.) et GOULET (J.). – *Contreventement des bâtiments*. Ann. ITBTP, mai 1960.
- [83] DECAUCHY (A.). – *Contreventement des bâtiments*. Ann. ITBTP, janv. 1964.
- [84] GRINDA (L.). – *Calcul des voiles de contreventement des bâtiments à étages*. Ann. ITBTP, juil.-août 1967.
- [85] COIN (A.), DECAUCHY (A.) et COLLIGNON (J.P.). – *Murs de contreventement à ouvertures multiples*. Ann. ITBTP, févr. 1971.
- [86] DESPEYROUX (J.) et GUILLOT (V.). – *Problèmes de contreventement*. Ann. ITBTP, févr. 1972.
- [87] COIN (A.). – *États-limites ultimes des murs porteurs*. Ann. ITBTP, janv. 1975.
- [88] BONVALET (C.), GIRARD (J.), ILANTZIS (A.) et WIANECKI (J.). – *Influence des remplissages dans les bâtiments à ossature soumis aux efforts horizontaux dus au vent et aux séismes*. Ann. ITBTP, déc. 1970.
- Fondations**
- Voir également [53].
- [89] DTU 13-12. – *Règles pour la calcul des fondations superficielles*, mars 1988 (et erratum, nov. 1988) [AFNOR, DTU P11-711]. CSTB.
- [90] DTU 13-2. – *Travaux de fondations profondes pour le bâtiment*, 1991, CSTB.
- [91] *Pieux en béton armé moulés d'avance*. Ann. ITBTP, juin 1961.
- [92] LEBELLE (P.). – *Semelles de béton armé*. 1936, Mémoires Assoc. Intern. Ponts Charpenets.
- [93] GUERRIN (A.). – *Traité de béton armé. Tome III : Les fondations*. 1974, Dunod.
- [94] BLÉVOT (J.) et FRÉMY (R.). – *Semelles sur pieux. Méthodes de calcul. Compte rendu d'essais. Dispositions constructives*. Ann. ITBTP, févr. 1967.
- [95] JALIL (W.A.). – *Fondations annulaires et circulaires d'ouvrages de révolution*. Ann. ITBTP, juin 1969.
- Cuvelages**
- [96] DTU 14-1. – *Travaux de cuvelage*, oct. 1987 et juin 1988, CSTB.
- Constructions particulières**
- Charpentes et couvertures**
- [97] HAHN (J.). – *Voiles minces réglés. Voiles cylindriques, coniques, conoides et conoïdes*.

daux. Méthode de calcul simplifiée. 1966, Eyrolles.

[98] DIVER (M.) et FARGETTE (F.). – Étude des voiles plissés. Ann. ITBTP, mars-avr. 1968.

[99] GUERRIN (A.). – Traité de béton armé. Tome V : Toitures, voûtes, coupole. 1970, Dunod.

[100] PADUART (A.). – Les voiles minces en béton armé. 1969, Eyrolles.

[101] COIN (A.) et JOURNET (H.). – Cours de voiles minces. 1971, Eyrolles.

Réservoirs, cuves, châteaux d'eau et piscines

[102] Réservoirs et cuves en béton armé. Ann. ITBTP, févr. 1960.

[103] Recommandations professionnelles (mai 1990) pour le calcul, la réalisation et l'étanchéité des réservoirs, cuves, bassins, châteaux d'eau enterrés, semi-enterrés, aériens, ouverts ou fermés. Ann. ITBTP, sept. 1990.

[104] GUERRIN (A.). – Traité de béton armé. Tome VI : Réservoirs, châteaux d'eau, piscines. 1972, Dunod.

[105] Cahier des Charges applicable à la construction des bassins de piscine à structure en béton. Ann. ITBTP, mai 1977 (en révision ; voir [179]).

Silos

[106] Règles professionnelles de conception et de calcul des silos en béton armé ou précontraint. Ann. ITBTP, juil.-août 1986.

[107] ALBIGÈS (M.) et LUMBROSO (A.). – Silos à cellules principales circulaires et intermédiaires en as de carreau. Ann. ITBTP, déc. 1964.

[108] LUMBROSO (A.). – Détermination numérique des sollicitations exercées par la matière ensilée dans les silos. Ann. ITBTP, mars-avr. 1970.

[109] REIMBERT (M. et A.). – Silos. Traité théorique et pratique. 1971, Eyrolles.

[110] LUMBROSO (A.). – Bases scientifiques du calcul des enceintes renfermant des massifs pulvérulents et du calcul des silos. Ann. ITBTP, janv. 1977.

[111] LEBEGUE (Y.) et BOUDAKIAN (A.). – Bases des règles « Silos » du SNBATI - Essais sur les produits et principes des formules « Silos ». Ann. ITBTP, août-sept. 1989.

Soutènements

[112] GUERRIN (A.). – Traité de béton armé. Tome VII : Murs de soutènement et murs de quai. 1972, Dunod.

Tours et cheminées

Voir également [121].

[113] Règles applicables à la construction des cheminées en béton armé. Ann. ITBTP, avr. 1971.

[114] Règles applicables à la construction des tours en béton armé. Ann. ITBTP, mai 1971.

[115] DIVER (M.). – Étude des cheminées en béton armé. Ann. ITBTP, mai 1966.

[116] DIVER (M.). – Calcul pratique des cheminées en béton armé. Ann. ITBTP, mai 1969.

[117] JALIL (W.A.), LEJAY (J.), FERBECK (M.) et GROVALET (Y.). – Problèmes spécifiques concernant le calcul des tours et cheminées en béton armé. Ann. ITBTP, juin 1973.

Immeubles de grande hauteur

Voir également [81] [82] [83] [84] [85] [86] [87] [88] et [127].

[118] DAVIDOVICI (V.). – Effets des variations linéaires dans les bâtiments de grande hauteur. Ann. ITBTP, sept. 1967.

[119] LAREDO (M.). – Théorie générale du comportement des grandes structures spatiales.

Application par les gros ordinateurs. Ann. ITBTP, févr. 1969.

[120] DIVER (M.). – Calcul pratique des tours en béton armé. Action du vent, bâtiments-tours, tours de section annulaire. 1972, Dunod.

[121] CMI. – Congrès international sur la conception et l'étude des immeubles de grande hauteur. Université de Lehigh (USA), 21-26 août 1972. (Traduit de l'anglais) (27 fascicules) 1972, Eyrolles.

Ponts

Voir également [63] [64] [65] [66] [67] [68].

[122] THÉNOZ (M.). – Calcul des dalles (hourdis des ponts à poutres). Bull. Techn. SETRA n° 1, mai 1972.

[123] ROBINSON (J.R.). – Piles, culées et cintres de ponts. 1958, Dunod.

Autres constructions ou éléments de constructions

[124] GUERRIN (A.). – Traité de béton armé. Tome IX : Constructions diverses. 1969, Dunod.

[125] FAESSEL (P.). – Le calcul des réfrigérants à tirage naturel. Ann. ITBTP, avr. 1971.

[126] DIVER (M.). – Considérations sur le calcul des réfrigérants atmosphériques. Ann. ITBTP, sept. 1977.

Résistance au feu

[127] Sécurité contre l'incendie (Réglementation) Texte n° 1011. 1974. Direction des Journaux Officiels.

[128] Règles FB (DTU 92-701) Méthode de prévision par le calcul du comportement au feu des structures en béton, oct. 1987, CSTB.

[129] COIN (A.). – Rotules plastiques des dalles soumises au feu. Ann. ITBTP, mars 1978.

[130] COIN (A.). – Calcul élastique d'une poutre en béton dans un champ de température. Ann. ITBTP, juil.-août 1974.

Préfabrication

[131] DTU 21.3 Dalles et volées d'escalier préfabriquées, en béton armé, simplement posées sur appuis sensiblement horizontaux, CSTB, oct. 1970.

[132] CEB. – Recommandations internationales pour les structures en panneaux. 1969, Eyrolles.

Exécution des ouvrages

[133] Exécution des ouvrages de Génie Civil en béton armé ou précontraint. Fascicule 65 du CCTG. Fascicule spécial n° 85-30 bis du BOMUL T et E.

[134] Recommandations pour la réalisation des étalements. Ann. ITBTP, avr. 1974.

[135] Coffrages glissants. Ann. ITBTP, juil.-août 1976.

[136] DINESCO (T.). – Les coffrages glissants. Technique et utilisation. 1968, Eyrolles (épuisé).

Voir également [191] [192].

Pathologie

[137] CHARON (P.). – Comment éviter les erreurs dans les études de béton armé. 1973, Eyrolles (épuisé).

[138] BLÉVOT (J.). – Pathologie des constructions en béton armé. Ann. ITBTP, sept. 1974.

[139] BLÉVOT (J.). – Enseignements tirés de la pathologie des constructions en béton armé. 1975, Eyrolles (épuisé).

Estimation des ouvrages

[140] SNBATI. – Nomenclature codifiée des ouvrages ou tâches élémentaires et temps moyens. 172 p., 21 × 27.

[141] MAUVERNAY (J.). – La détermination des poids d'acier dans le béton armé. Méthode rapide et précise d'avant-métré. 1973, Eyrolles.

Béton léger

[142] Recommandations provisoires pour l'utilisation des bétons de granulats légers. Ann. ITBTP, mars 1976.

[143] Recommandations provisoires pour l'emploi du béton léger dans les ouvrages dépendant de la Direction des Routes et de la Circulation routière au ministère de l'Équipement. SETRA-LCPC, déc. 1976.

[144] BRACHET (M.), ADAM (M.), PERCHAT (J.) et VIRGOUGE (M.). – Bilan et perspective d'emploi des bétons légers de structure. Ann. ITBTP, déc. 1976.

[145] LEWICKI (B.). – Dalles de planchers et de toitures en béton léger armé ou précontraint. (Traduit du polonais), 1968, Eyrolles.

Voir également [186] et [205].

Liste complémentaire

[146] Système international de réglementation technique unifiée des structures. Vol. I: Règles unifiées communes aux différents types d'ouvrages et de matériaux ; Vol. II : Code Modèle CEB-FIP pour les structures en béton. Bull. Information CEB n° 124/125-F, avr. 1978.

[147] THONIER (H.). – Détermination des quantités d'acier pour dalles, poutres, poteaux, semelles et escaliers en béton armé. Ann. ITBTP, oct. 1985.

[148] THONIER (H.). – Portée de calcul des éléments fléchis en béton armé, Ann. ITBTP, juin 1987.

[149] THONIER (H.), HACHEMI-SAFAI (V.) et RAHIMIAN (M.). – Béton armé aux états-limites. Ann. ITBTP, mai 1979.

[150] THONIER (H.). – La redistribution des moments d'une poutre continue en béton armé. Ann. ITBTP, févr. 1982.

[151] DOUBRÈRE (J.C.). – Cours pratique de béton armé (Règles BAEL 83). 15,5 × 24, 168 p., 1988. Eyrolles.

[152] BOUCHART (J.M.), CIBOIS (G.) et de HARO (G.). – Initiation au béton armé (Règles BAEL 83). Eyrolles.

[153] ALBIGÈS (M.) et MINGASSON (M.). – Théorie et pratique du béton armé aux états-limites. 15,4 × 24, 344 p., 1981, Eyrolles (épuisé).

[154] CHARON (P.). – Calcul des ouvrages en béton armé suivant les Règles BAEL 83. Théorie et applications. 15,4 × 24,3, 484 p., 1986, Eyrolles.

[155] CHARON (P.). – Exercices de béton armé avec leurs solutions selon les Règles BAEL 83. 16 × 25, 304 p., 1985, Eyrolles.

[156] FUENTÈS (A.). – Le béton armé après fissuration (État de service, état-limite ultime, ductilité. Mécanismes de rupture des structures hyperstatiques. 15,5 × 24, 136 p., 1987, Eyrolles).

[157] FUENTÈS (A.), LACROIX (R.) et THONIER (H.). – Traité de béton armé. 16 × 25,4, 632 p., 1982, Eyrolles (additif Règles BAEL 83).

[158] FUENTÈS (A.). – Béton armé. Calcul des ossatures. 1978, Eyrolles (épuisé).

[159] PERCHAT (J.). – Mémentos Eyrolles : Calcul du béton armé selon les Règles BAEL : BAEL 1. 20 p., 10 × 21, pliage accordéon, 1981, (épuisé) ; BAEL 2. 20 p., 10 × 21, pliage accordéon, 1981.

[160] ARTOPOEUS (J.), FOURÉ (B.), HUEBER (J.) et PERCHAT (J.). – Manuel d'application des Règles BAEL. 196 p., 15 × 23, 153 fig., 19 tabl.,

BÉTON ARMÉ : RÈGLES BAEL

- 12 abaques, 1981, Syndicat Nat. Béton Armé et Techn. Industrialisées.
- [161] CAPRA (A.) et HAUTCEUR (M.). – *Calcul en flexion simple ou composée à l'état-limite ultime des sections rectangulaires en béton armé. Abaques d'optimisation*. Ann. ITBTP, sept. 1979.
- [162] ARIBERT (J.M.) et WATTECAMPUS (C.). – *Méthode pratique commune de calcul élastique et aux états-limites ultimes des sections de béton armé en flexion simple, composée et déviée*. Ann. ITBTP, juil.-août 1979.
- [163] BLÉVOT (J.). – *Les annexes F des Règles BAEL 80*. Ann. ITBTP, mars 1981.
- [164] FAUVE (R.), KOPRNA (M.) et RADOJICIC (A.). – *Effets différés. Fissuration et déformations des structures en béton*. 191 p., 16,1 × 24, nombreux fig. et abaques, 1980, Georgi Éd.
- [165] *Shear and torsion*. Bull. Information CEB n° 126, juin 1978.
- [166] *Shear, torsion and punching*. Bull. Information CEB n° 146, janv. 1982.
- [167] *Industrialization of reinforcement*. Bull. Information CEB n° 152.
- [168] *Detailing of concrete structures*. Bull. Information CEB n° 150.
- [169] MOUGIN (J.P.). – *Abaques pour le calcul des dalles rectangulaires articulées sur leur contour*. Ann. ITBTP, juil.-août 1985.
- [170] MOUGIN (J.P.). – *Abaques pour la détermination rapide des sections d'armatures dans les sections rectangulaires soumises à la flexion simple*. Ann. ITBTP, nov. 1985.
- [171] MOUGIN (J.P.). – *Béton Armé (BAEL 91 et DTU associés)*. 17 × 24, 296 p., 1995, Eyrrolles.
- [172] MOUGIN (J.P.). – *Cours de béton armé BAEL 91. Calcul des éléments simples et des structures de bâtiments*. 17 × 24, 288 p., 1992, Eyrrolles.
- [173] MOUGIN (J.P.) et PERROTIN (P.). – *Formules simples pour le prédimensionnement des sections de poutres en béton armé compte tenu du règlement BAEL 91*. Ann. ITBTP, nov. 1994.
- [174] NICOT (R.) et RIAUX (H.). – *Abaques et détermination de la longueur des armatures placées « en chapeau » sur les appuis des poutres et des dalles en béton armé*. Ann. ITBTP, janv. 1989.
- [175] BOUTIN (J.P.). – *Pratique du calcul de la résistance au feu des structures*. 14,5 × 21,5, 128 p., 1983, Eyrrolles.
- [176] CPT Planchers. – Titre II : *Dalles pleines confectionnées à partir de prédalles préfabriquées et de béton coulé en œuvre*. CSTB.
- [177] *Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de Génie Civil*, fascicule 62, tome V du CCTG, N° 93-3, TO du BOMELT.
- [178] *Travaux de dallage. Règles professionnelles*. Ann. ITBTP, mars-avr. 1990.
- [179] *Construction des châteaux d'eau en béton armé, en béton précontraint ou en maçonnerie, et des ouvrages annexes*. CCTG, fascicule 74, n° spécial 83-14 sexies du BOUL T et E.
- [180] *Cahier des charges applicable à la construction des cuves à vin en béton armé*. Ann. ITBTP, oct. 1980 (en révision ; voir [179] chapitre D).
- [181] *Ouvrages de soutènement. Mur 73. Dossier pilote*. 21 × 29,7, 285 p., 1988, SETRA, Bagneux.
- [182] *Guide pour l'étude et la réalisation des soutènements*. 15 × 21, 89 p., sept. 1981, SEDIMA.
- [183] *Règles de calcul des soutènements* (projet de norme, établi par le BNTEC, 1992, non publié).
- [184] LOGEAIS (L.). – *Pathologie des murs de soutènement*, Éditions du Moniteur, 1982.
- [185] *Règles professionnelles applicables à la construction des réfrigérants atmosphériques en béton armé* (SNBATI, 1986 ; non publiées).
- [186] *Constructions en béton léger*. AITEC Rome, 1974, CEMBUREAU.
- [187] *CEB-FIP Model Code 1990. Design code*. 21 × 29,7, 437 p., 1993, Thomas Telford Ltd.
- [188] ADETS. – *Le treillis soudé. Calcul et utilisation conformément aux Règles BAEL 91*. 21 × 29,7, 405 p., GIE TS Promotion 1992.
- [189] *Exécution des ouvrages de Génie Civil en béton armé ou précontraint*. Fascicule 65A du CCTG, nos spéciaux 92-8 et 93-2, TO du BOMELT.
- [190] DTU 21. – *Exécution des travaux en béton* (norme NF P18-2011) et additif n° 1 relatif aux marches préfabriquées indépendantes en béton armé, pour escaliers, CSTB, mai 1993.
- [191] PIERRE (F.). – *Les coffrages pour le béton armé*. 15,4 × 24,3, 196 p., 1980, Eyrrolles (épuisé).
- [192] *Manuel de technologie « Coffrage »*. Publication 85, CIB (Conseil International du Bâtiment), 1985.
- [193] LORRAIN (M.) et HIMINIZ (A.). – *Incidence de défauts d'exécution sur la résistance et la stabilité d'éléments de structures en béton armé*. Ann. ITBTP, févr. 1982.
- [194] *Renforcement et réparation des structures*. Ann. ITBTP, janv.-févr. 1983.
- [195] *Techniques de réparation et de renforcement des ouvrages en béton* (AFPC-SNBATI-STRRES) : 7 fascicules 15 × 21 : 1. *Guide Général* ; 2. *Reprise du béton dégradé* ; 3. *Béton projeté* ; 4. *Traitement des fissures et protection du béton* ; 5. *Précontrainte additionnelle* ; 6. *Armatures passives additionnelles* ; 7. *Réparations et renforcements en fondation*, SEDIMA, 1985.
- [196] POINEAU (D.), THEILLOUT (J.) et CUSIN (F.). – *Réparation et renforcement des structures de bâtiment et d'ouvrages d'art. Application des techniques de tôles collées et de précontrainte additionnelle*, Ann. ITBTP, fév. 1992.
- [197] KAVYRCHINE (M.). – *Quelques aspects du comportement du béton de structure lié à l'influence des zones tendues ou fissurées*. Ann. ITBTP, mai 1980.
- [198] CHARIF (H.) et JACCOUD (J.P.). – *Calcul des déformations des structures en béton et étude de leur réduction grâce à l'utilisation des BHP*. Ann. ITBTP, fév. 1993.
- [199] PERCHAT (J.). – *Règlements étrangers de béton armé. Étude comparative des Codes CEB - BSI - DIN - ACI*. 1982, Eyrrolles (épuisé).
- [200] PERCHAT (J.) et ROUX (J.). – *Pratique du BAEL 91*. 17 × 24, 416 p., 1998, Eyrrolles.
- [201] PERCHAT (J.) et ROUX (J.). – *Maîtrise du BAEL 91 et des DTU associés*. 17 × 24, 408 p., 1998, Eyrrolles.
- [202] SOCOTEC. – *Logiciels de calculs de béton armé (disquette plus manuel d'utilisation) : section rectangulaire ou en T, flèche*. 14,5 × 20, 88 p., 1987, Eyrrolles.
- [203] Présentation et discussion du projet d'Eurocode 2 : *Constructions en béton*. Ann. ITBTP, déc. 1990 et janv. 1991.
- [204] LEVI (F.), MARRO (P.) et THONIER (H.). – *La vérification des contraintes tangentielles suivant l'Eurocode 2*. Ann. ITBTP, nov. 1992 (comparaisons) et mars-avr. 1994 (compléments).
- [205] *Bétons de granulats légers. Manuel CEB-FIP*. Ann. ITBTP, janv., mai et déc. 1980.
- [206] *CEB-FIP Model Code 90. Selected justification notes*. 21 × 29,7, 248 p., Bulletin d'information n° 217 du Comité Euro-international du Béton, 1993.
- [207] LUMBROSO (A.). – *Étude d'ensemble des enceintes de stockage renfermant des massifs pulvérulents et calcul des halles et magasins de stockage*. Ann. ITBTP, déc. 1989.
- [208] TRINH (J.). – *Résistances du béton aux forces concentrées*. Première partie : cas du béton non armé, Ann. ITBTP, nov. 1985.
- [209] TOFANI (R.). – *Calcul et contrôle des prix dans les entreprises de bâtiment et de travaux publics*, Ed. du Moniteur, 1980.

Organismes

France

- Association française pour la certification des armatures.
 Association française pour la construction AFC.
 Association française de normalisation AFNOR.
 Association technique pour le développement de l'emploi du treillis soudé ADETS.
 Bureau Veritas.
 Centre expérimental de recherches et d'études du bâtiment et des travaux publics CEBTP.
 Centre scientifique et technique du bâtiment CSTB.
 Institut technique du bâtiment (ex. ITBTP).
 Laboratoire central des ponts et chaussées LCPC.
 Service d'études techniques des routes et autoroutes SETRA.
 Syndicat national du béton armé et des techniques industrialisées SNBATI.
 Société de contrôle technique SOCOTEC.

Allemagne (République Fédérale d')

- Bundesverband Deutsche Beton- und Fertigteilindustrie e.V.
 Deutscher Betonverein e.V. DBV.

Deutsches Institut für Normung e.V. DIN.
 Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau.

Belgique

- Fédération de l'industrie cimentière FIC.
 Fédération nationale belge du bâtiment et des travaux publics FNBTP.
 Institut belge de normalisation/Belgisch instituut voor normalisatie IBN/BIN.

États-Unis

- American Concrete Institute ACI.
 Prestressed Concrete Institute PCI.

Grande-Bretagne

- British Standards Institution BSI.
 Cement and Concrete Association CCA.

Organismes internationaux

- Association internationale des ponts et charpentes AIPC.
 Fédération internationale du béton FIB (fusion du Comité euro-international du béton, CEB, et de la Fédération internationale de la précontrainte, FIP).