

Les règles B.A.1945 sont remplacées en octobre 1960 par les règles B.A. 960 publiées sous le statut de Document Technique Unifié (DTU) avec l'intitulé ci-dessous.

Règles pour le calcul et l'exécution des constructions en béton armé

L'édition de ces règles est précédée par Albert CAQUOT qui conclut :

« Comme le règlement de 1945, celui de 1960 est un guide libéral ayant en vue la sécurité en respectant l'économie. »

La commission chargée de l'élaboration de ce nouveau règlement était présidée par Albert CAQUOT et avait trois rapporteurs messieurs BLEVOT, LEBELLE et ROBINSON et un secrétaire PERCHAT.

Elle était composée de 34 éminents experts dont messieurs ALBIGES, BALENCY-BEARN (Président de la chambre syndicale des constructeurs en **ciment** armé et président fondateur du Comité Européen du Béton) BLACHERE, DURIEZ, ESQUILLAN, LAFUMA (directeur de de Centre d'Études et de Recherche de l'Industrie des Liantes Hydrauliques) L'HERMITE, LOSSIER, CONSIDERE...

Ces règles admettent des limites de contraintes plus élevées que les précédentes règles et elles modulent les contraintes admissibles en fonction de la nature des sollicitations.

Elles généralisent les vérifications complémentaires de sécurité en introduisant des vérifications sous sollicitations totales pondérées du second genre.

Elles définissent les mécanismes de la fissuration du béton armé et détaille le calcul du flambement.

Nota : Chaque article est accompagné de commentaires explicatifs.

Sommaire des règles B.A. 1960

Préambule

Article 1 : Nature et qualité des matériaux-essais

- 1.1. Acier
- 1.2. Béton

Article 2 : Contraintes admissibles

- 2.0. Règles générales
- 2.1. Acier
- 2.2. Béton
- 2.3. Association acier-béton et jonction directe des barres

Article 3 : Règles générales concernant les calculs de résistance

- 3.0. Principes généraux
- 3.1. Effets pris en compte dans les calculs
- 3.2. Règles générales de sécurité
- 3.3. Données numériques
- 3.4. Simplifications admises

Article 4 : Règles spéciales à certains éléments

- 4.0. Objet des règles spéciales à certains éléments
- 4.1. Poteaux et pièces comprimées
- 4.2. Poutrelles et poutres
- 4.3. Hourdis sur appuis continus
- 4.4. Planchers à corps creux
- 4.5. Planchers à poutrelles préfabriquées
- 4.6. Problèmes particuliers concernant les poutres

Article 5 : Présentation des projets

- 5.1. Dessins d'avant-projet
- 5.2. Dessins d'exécution
- 5.3. Calculs
- 5.4. Modifications

Article 6 : Exécution des travaux

- 6.0. Implantation des ouvrages
- 6.1. Coffrages, échafaudages
- 6.2. Armatures
- 6.3. Béton
- 6.4. Décoffrage, décalage et décentrement
- 6.5. Mise en place des pièces moulées d'avance
- 6.6. Tolérances

Article 7 : Épreuves des ouvrages

- 7.0. Conditions dans lesquelles sont entreprises les épreuves
- 7.1. Surcharges d'épreuve
- 7.2. Époque des épreuves
- 7.3. Conditions d'exécution
- 7.4. Interprétation des résultats

Annexe A

- A.1. Méthode approchée pour le calcul des poutres continues solidaires (ou non) des poteaux qui les supportent, sous l'action des charges verticales
- A.2. Calcul des hourdis rectangulaires uniformément chargés
- A.3. Règles pour le calcul des planchers champignons et des planchers dalles
- A.4. Règles pour le calcul des parois fléchies (murs, cloisons ou voiles formant poutres)
- A.5. Résistance à la **torsion**

Annexe B

- B.1. Processus d'application des charges dans les essais à rupture de courte durée
- B.2. Aciers pour armatures-mesure des caractères mécaniques de ces aciers
- B.3. Mesure des caractères mécaniques des bétons
- B.4. Présentation type des dessins des constructions en béton armé

Annexe C

Théorie simplifiée de la fissuration du béton de pièces armées

Annexe D

Notations générales

Principales règles

Article 0.1 Objet des règles

Les présentes règles ont pour but de préciser les méthodes permettant de construire des ouvrages en **béton armé** offrant un degré de sécurité approprié à leur destination et leur durée.

Elles sont conçues en sorte que les coefficients de sécurité d'utilisation des différents éléments d'une construction de qualité donnée soient du même ordre de grandeur.

Article 0.3 Conditions générales de résistance et de durabilité des ouvrages en béton armé

Les ouvrages en béton armé doivent être conçus pour supporter les sollicitations en vue desquelles ils sont prévus, même si des fissures se produisent dans les zones tendues ou suivant les surfaces de **reprise**.

Toutes les surfaces de fissuration possibles dans les zones tendues et toutes les surfaces de reprise doivent être traversées par des **armatures** disposées de telle sorte que, grâce à leur résistance à la **traction** et à leur **ancrage** de part et d'autre de chacune de ces surfaces, elles se trouvent en état d'assurer la résistance de l'ouvrage si la fissuration se produit effectivement, circonstance assez fréquente quand les sollicitations prises en compte dans les calculs se trouvent réalisées.

Les fissures sont alors la conséquence du fonctionnement mécanique normal de l'ouvrage ; elles ne

compromettent ni sa résistance, ni sa durabilité, si elles restent assez **fines** pour que, du fait de leur existence, les armatures ne soient pas exposées à la corrosion dans les conditions d'exploitation de l'ouvrage.

Sous l'action des charges et surcharges de service, un ouvrage en béton armé peut donc se présenter comme un ensemble de blocs de béton prenant appui les uns sur les autres et reliés entre eux par les armatures. C'est cet ensemble, désigné dans ce qui suit sous le nom de « système fissuré », qui doit être pris en considération dans les calculs de résistance.

Article 1.1.0 Types d'aciers pour armatures

Les produits sidérurgiques le plus couramment utilisés comme armatures des constructions en **béton armé** sont :

- les ronds lisses, conformes aux normes en vigueur ;
- les barres à haute adhérence en acier naturel ou écroui ;
- les **treillis** soudés ;
- les tôles découpées et étirées.

Article 1.2.1 Composition du béton

Le béton sera composé de **ciment**, de **granulats** et d'eau conformes aux normes en vigueur. En cas d'emploi de tout produit (**air occlus**, **plastifiant**, antigel...) destiné à modifier certaines de ses qualités, il y aura lieu de fournir des justifications spéciales quant à la résistance et à la durabilité du béton.

Article 1.2.2 Classe du ciment

Les présentes règles visent principalement les bétons à base de ciment de la classe 250/315 ;

Les ciments des classes autres que celle prévue peuvent être utilisés à condition qu'ils présentent les qualités requises pour l'emploi envisagé.

Article 1.2.3 Dosage en ciment

Par définition, le dosage gc est le poids, exprimé en kilogrammes, du ciment utilisé par mètre cube de béton mis en œuvre.

Pour la détermination du dosage, il sera tenu compte, non seulement de la résistance à obtenir, mais des risques de détérioration du béton ou des armatures sous l'effet des agents extérieurs.

Commentaires :

Les dosages suivants sont recommandés :

- Pour un béton utilisé en masses importantes, avec emploi de gros granulats et faible pourcentage d'armatures 250 kg/m³ ;
- Pour du béton courant contrôlé et non exposé aux intempéries ou à des actions agressives : 300kg/m³ ;
- Pour du béton de fabrication peu contrôlée ou pour les éléments non protégés : 350kg/m³ ;
- Pour du béton destiné à des ouvrages en atmosphère agressive : 400kg/m³.

Article 1.2.6.4 Résistance mécanique à admettre à défaut d'études préalables du béton avant sa mise en œuvre

Les résistances à admettre à défaut d'études préalables du béton avant la mise en œuvre sont, respectivement pour les bétons non ou peu contrôlés et pour ceux faisant l'objet d'un contrôle suivi, celles indiquées par le tableau ci-dessous :

DOSAGE kg/m ³	BÉTONS Non contrôlés	BÉTONS contrôlé
Résistance à 28 jours	Compression	Traction
250	150	15 180 18
300	190	17 230 20,5
350	225	18,5 270 22
400	250	20 300 24

Article 2.2.1 Béton Contrainte de compression admissible

La contrainte de compression admissible des bétons à base de **ciment** de classe 250/315 sera, en général, égale aux 30/100 de la résistance à la compression à 28 jours dans les pièces soumises à la compression simple et aux 60/100 de cette résistance dans les pièces à **section** rectangulaire ou assimilables, soumises à la **flexion** simple.

Article 2.2.2 Béton Contrainte de traction admissible

La contrainte de traction admissible des bétons à base de ciment de classe 250/315 sera, en général, égale aux 30/100 de la résistance à la traction du béton à 28 jours d'âge.

Article 2.3.1.2 Distances minimales des armatures aux parois des coffrages

En milieu non agressif, la distance libre entre toute génératrice extérieure d'une armature quelconque et la paroi de coffrage la plus voisine sera au moins égale à :

- 2 cm pour les parements exposés aux intempéries ou susceptibles de l'être, aux condensations ou, eu égard à la destination des ouvrages, au contact d'un liquide (réservoirs, tuyaux, canalisations...) ;
- 1 cm dans tous les autres cas.

En outre, les armatures principales (barres tendues ou comprimées des **hourdis**, poutres, poteaux...) seront protégées par une épaisseur de béton au moins égale à :

- à la moitié de leur diamètre nominal augmentée de 8 mm, si le dit diamètre est au plus égal à 16 mm ;
- à leur diamètre nominal, si ce diamètre est au moins égal à 16 mm

En milieu agressif, les enrobages minimaux et la protection éventuelle du béton seront fixés par le **cahier des charges** particulier.

Article 3.3.1 Modules de déformation longitudinale

Dans tous les calculs, le **module d'élasticité** de l'acier sera pris égal à

2 100 000 kgf/cm².

Sauf mesures spéciales, les modules de déformation longitudinale du béton, exprimés en kgf/m², seront pris égaux à l'âge de j jours à :

$E_v = 7000 \times \text{Racine carrée de Sigma } j$ pour les charges et surcharges permanentes ;

$E_i = 21000 \text{ Racine carrée de Sigma } j$ pour les charges rapidement variables dont la durée d'application est inférieure à 24h.

Article 3.3.2 Coefficient d'équivalence n des armatures

Le coefficient d'équivalence n des armatures tendues sera pris égal à 15 dans les calculs.

Article 6.3.1 Fabrication du béton

Le béton sera malaxé de façon à obtenir le mélange simultané et **homogène** de tous ses constituants, chacun des **granulats** étant bien enrobé de **ciment**. Le béton sera d'une **plasticité** suffisante pour entourer les armatures sans solution de continuité et remplir entièrement les moules, compte tenu des moyens de mise en place. Si la résistance du béton a donné lieu à une étude préalable, le dosage en eau sera celui déterminé par cette étude.

Article 6.3.3 Mise en œuvre du béton

On devra prendre des dispositions telles que le béton soit mis en place avant tout commencement de **prise**.

Immédiatement avant la mise en œuvre, les coffrages seront nettoyés et si besoin arrosés avec soin de façon à être débarrassés des poussières et débris de toute nature.

Les procédés employés pour la mise en œuvre devront lui conserver toute son homogénéité et éviter toute **ségrégation**.

Lorsque le béton devra être mis en contact avec des éléments susceptibles d'absorber l'eau, ceux-ci seront convenablement humidifiés avant le commencement du bétonnage.

Article 6.3.5 Reprises de bétonnage

Si des reprises accidentelles non prévues sur les dessins s'avèrent nécessaires, elles seront en principe faites suivant une direction voisine de la normale à celle des contraintes de **compression** ;

Si une interruption de bétonnage conduit à une surface de reprise mal orientée, le béton sera démoli de manière à réaliser une nouvelle surface convenablement orientée pour la reprise.

Si l'on doit mettre du **béton frais** en contact avec du béton ayant commencé sa prise, on repiquera et on nettoiera à vif la surface de l'ancien béton pour y faire saillir les graviers. On mouillera longuement et abondamment cette surface de reprise pour que l'ancien béton soit convenablement humidifié avant d'être mis en contact avec le béton frais. La surface ne devra cependant pas être ruisselante ni retenir des flaques d'eau.

Article 6.3.6 Effets des basses températures - gelée

Sauf si l'on dispose de moyens efficaces pour prévenir les effets nuisibles du gel, lorsque la température descendra au-dessous de 0°C, le béton sera protégé au moyen de toiles, paillassons..., jusqu'à ce que la prise soit complète, et l'on arrêtera toute nouvelle collée.

A la reprise du travail, on démolira toutes les parties qui auraient pu être endommagées par la gelée et on exécutera les reprises conformément aux règles 6.3.5.

Article 6.3.7 Conservation et cure du béton

La cure a pour but de maintenir le béton dans l'état d'humidité favorable à son **durcissement**. Elle est très utile quand une haute qualité du béton est recherchée ou quand il s'agit d'éléments de faible épaisseur non protégés mais n'est généralement pas indispensable pour les ouvrages courants exécutés dans les régions de climat tempéré.

La cure pourra être faite par humidification, par **enduit** temporaire imperméable ou par tout autre procédé équivalent.

