

Zeitschrift: Bulletin du ciment
Band: 30-31 (1962-1963)
Heft: 18

Artikel: Quelques notions fondamentales de la résistance du béton
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-145614>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 09.11.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

BULLETIN DU CIMENT

JUIN 1963

31^E ANNÉE

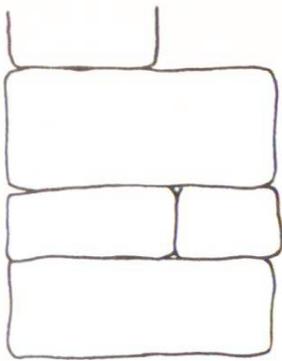
NUMÉRO 18

Quelques notions fondamentales de la résistance du béton

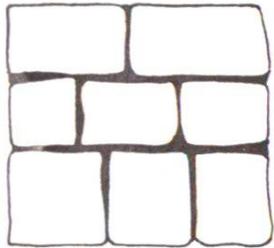
**Historique, structure, surfaces de contact et théorie de la rupture pris
comme base des considérations sur la résistance et l'essence même
du béton.**

Les essais relatés dans le BC n° 16/1963 ont montré notamment comment la granulométrie des granulats a une influence sur la résistance du béton. La contradiction apparente qui existe entre ces renseignements et l'expérience pratique des chantiers a déjà été expliquée, mais elle exige encore d'autres éclaircissements. Nous entrons ainsi au cœur du problème fondamental de la résistance du béton et nous allons examiner la question sous quatre aspects différents.

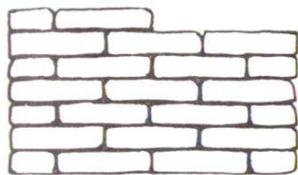
2



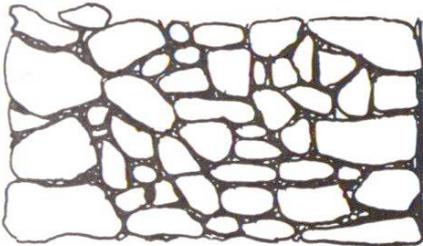
Pierres de taille sans mortier



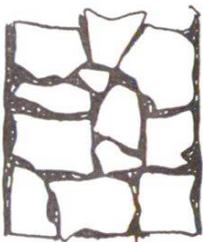
Pierres de taille avec joints garnis de mortier



Briques en terre cuite avec mortier de chaux



Boulets et pierres brutes avec mortier de chaux



Pierres taillées au têtù avec mortier de chaux hydraulique



Briques en terre cuite avec mortier de ciment ou de chaux hydraulique



T.F.B. Béton, gravier avec mortier de ciment

Fig. 1 Evolution de la construction en pierre. Relation entre les grandeurs et formes des pierres et la qualité du mortier des joints. Comparaisons entre les épaisseurs des murs dans les différents cas.

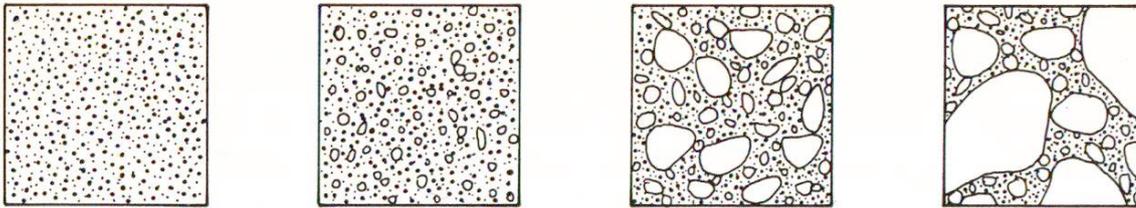
3 1. Développement historique

L'évolution de la construction en pierre montre une relation directe entre les formes et grandeurs des pierres et la qualité du mortier qui les unit. Plus la résistance du mortier est grande, plus les pierres peuvent être petites et peu travaillées. Dans les plus anciennes constructions en pierre, il n'y avait aucun mortier. La taille exacte et le poids de très gros blocs assuraient seuls la stabilité des ouvrages. Plus tard apparut le mortier de chaux qui permit l'emploi de pierres encore soigneusement taillées mais de plus petites dimensions. Pour pouvoir construire au mortier de chaux en utilisant des pierres rondes ou non travaillées, il fallait augmenter considérablement les épaisseurs des murs. A cette même époque, la brique de terre cuite avait permis une première rationalisation importante de la construction. Les mortiers résistants constitués à l'aide de ciment naturel ou de chaux hydraulique ont facilité le développement de la maçonnerie brute en pierres dégrossies au têt. Puis finalement, le béton marque l'aboutissement de cette évolution. Les pierres sont remplacées par les granulats complètement enrobés de mortier. Ceci a été rendu possible grâce à la très haute résistance du mortier de ciment portland. Aujourd'hui, le cercle semble se refermer, en ce sens qu'on fabrique en béton, avec une main-d'œuvre très réduite, de gros éléments de construction comparables aux blocs des origines de la construction en pierre.

Certains prétendent encore que les granulats ne sont qu'un remplissage bon marché et qu'ils n'ont aucune influence sur la qualité du béton. Il n'en est rien comme le montre l'évolution que nous venons d'esquisser ainsi que bien d'autres observations.

2. Structure (fig. 2)

La question de savoir si un matériau est homogène ou pas joue un grand rôle dans les considérations relatives à sa résistance. On dit qu'un matériau est homogène quand sa structure est régulière. Il est plus juste de parler du degré d'homogénéité, car en petit, sous le microscope, la plupart des matériaux se révèlent non homogènes, c'est-à-dire qu'ils sont composés de particules différentes. Le degré d'homogénéité décroît si l'on passe de matériaux à structure très fine, tels que les cristaux par exemple, aux métaux avec leurs différents cristaux, puis aux roches et mortiers à grains fins et enfin au béton à gros grains.



T.F.B.

Fig. 2 Eprouvettes de matériaux ayant des degrés d'homogénéité différents.

Le degré d'homogénéité doit être déterminé en outre en fonction du volume considéré. Ce n'est pas la même chose si l'hétérogénéité apparaît dans un gros volume ou seulement dans un petit et si elle est visible de loin ou seulement de près. Cette influence est mise en évidence quand une certaine section du matériau est sollicitée par un certain effort. Ainsi dans l'étude de la résistance à la compression d'un granit, le matériau peut être considéré comme homogène si l'on utilise des cubes d'essai de 20 cm d'arête, mais pas pour des cubes de 2 cm. Les résultats d'essai ne seront pas les mêmes sur les gros cubes et sur les petits. Ils seront en général meilleurs sur les gros dont le degré d'homogénéité est plus élevé. La dispersion des résultats est aussi plus grande pour les petits échantillons, c'est-à-dire que l'exactitude de la détermination de la résistance est d'autant plus grande que le degré d'homogénéité de l'échantillon est plus élevé.

En ce qui concerne le béton, matériau hétérogène avec ses grains relativement gros, il faudrait faire usage d'échantillons de grosses dimensions pour augmenter leur degré d'homogénéité. Mais la transmission des efforts de la presse au béton étant d'autant plus irrégulière que l'échantillon est plus gros, il n'y a pas d'intérêt à augmenter outre mesure ces dimensions. On s'en tiendra donc à la règle fixant que la plus petite dimension de l'échantillon doit être quatre fois celle du plus gros grain du granulat.

3. Surfaces d'adhérence (fig. 3 et 4)

Les zones les plus faibles de la masse du béton sont sans aucun doute les surfaces de contact entre gros grains du granulat et pâte de ciment (v. BC n° 22/1959). Généralement dans les essais de rupture, il se produit d'abord une dislocation et un glissement le long de ces surfaces.

Comme on le sait, la surface totale des grains d'un granulat est d'autant plus grande que le diamètre moyen des grains est plus

5 petit. Dans un mélange à grains fins, on dispose donc d'une plus grande surface d'adhérence entre grains et pâte de ciment, ce qui permet d'opposer aux efforts extérieurs une plus grande force de liaison (force de liaison = adhérence spécifique \times surface d'adhérence).

Soumettons deux mélanges aux essais de rupture: Premièrement un mortier (p. ex. CP 400, granulats 0–5 mm), puis un béton constitué par le même mortier avec adjonction de 50% de grains 8–30 mm. Le mortier aura une plus grande résistance à la compression que le béton. On serait tenté d'attribuer ce résultat au fait que le dosage total du mortier est plus élevé que celui du béton. C'est vrai, en partie. Mais la principale cause de ce résultat doit être imputée à la force de liaison entre pâte de ciment et granulats qui est plus grande dans le mortier à granulométrie fine.

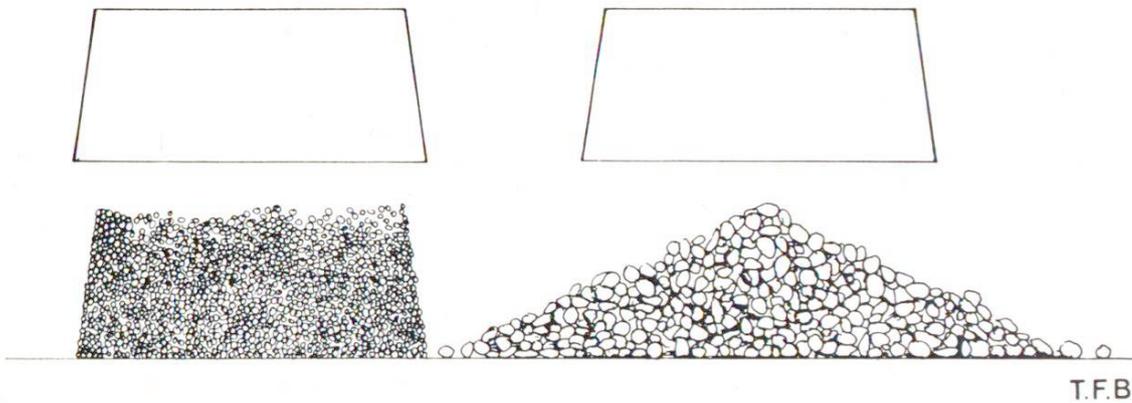
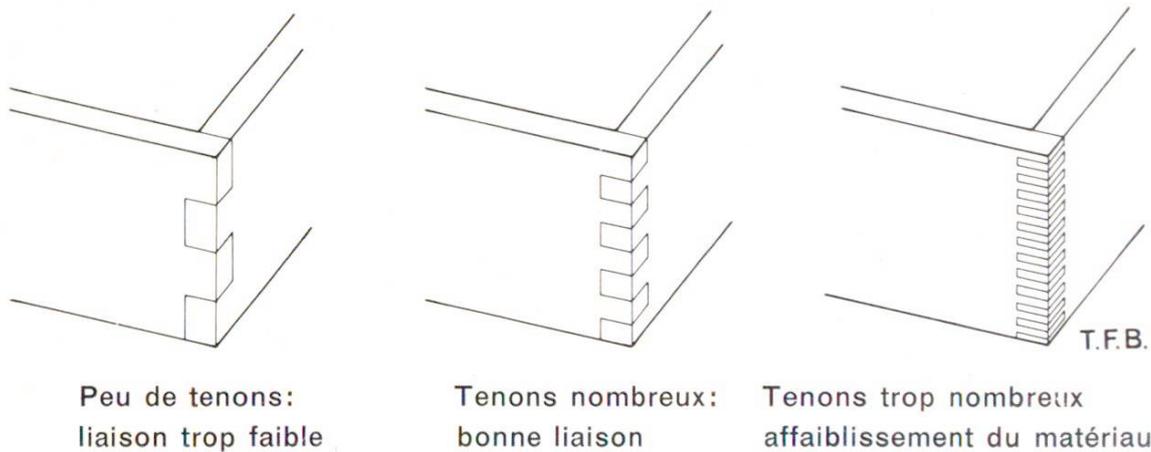


Fig. 3 Un effet de surface: le sable humide a une cohésion, le gravier, même humide, aucune.

Fig. 4 Effet d'assemblage aux angles.



Peu de tenons:
liaison trop faible

Tenons nombreux:
bonne liaison

Tenons trop nombreux
affaiblissement du matériau

6 Cette influence de la grosseur des grains sur la résistance peut encore être expliquée par un autre raisonnement. Dans une éprouvette de béton soumise à un essai de traction, il se produit, entre les granulats et la pâte de ciment des efforts de traction et de cisaillement. Pour une adhérence spécifique donnée, la résistance à la traction est d'autant plus élevée que la surface totale de rupture est plus grande. La résistance se calcule en fonction de la charge de rupture et de la section plane théorique de l'éprouvette. Or, la surface totale réelle de rupture est plus grande que la surface théorique et ceci d'autant plus que les granulats sont plus fins.

4. Théorie de la rupture

Dans une discussion générale sur la résistance du béton, il faut examiner plus à fond la méthode de mesure de cette résistance, notamment dans l'essai de rupture par compression. La résistance à la compression joue en effet un rôle prépondérant. C'est elle que les technologues du béton cherchent sans cesse à améliorer et c'est à elle que se réfèrent les calculs des constructeurs. Il est donc nécessaire de savoir exactement comment on obtient cette valeur et si elle correspond véritablement aux conditions réelles se présentant en pratique dans les ouvrages. Or, si ces problèmes se posent, c'est uniquement parce que le béton est hétérogène.

Examinons la répartition des efforts dans une éprouvette homogène comprimée entre deux plaques rigides. Dans le cas idéal, la grandeur et la direction des efforts sont les mêmes en chaque point. La répartition des efforts est donc, elle aussi, homogène. Si le matériau a une fine structure granulaire, les lignes de forces ne seront plus exactement en ligne droite, mais légèrement en zigzag et s'il s'agit de béton hétérogène elles suivront des directions totalement désordonnées. Ce désordre est dû au fait que les propriétés du matériau varient fortement d'un point à un autre. Les grains durs de l'agrégat voisinent avec les petits pores et avec la pâte de ciment plus déformable, même après durcissement complet; des surfaces de grains plus ou moins adhérentes sont placées dans toutes les directions par rapport à celle de la force extérieure; des pierres de toutes formes agissent comme des coins, des ponts ou des tenons. En certains points, les efforts sont nuls et en d'autres, ils sont un multiple de la moyenne calculée.

On comprend alors que de conditions aussi peu claires, il est difficile de dégager une théorie générale de la rupture du béton, théorie dont on pourrait tirer une loi pour la prévision de la résistance. Il est vrai qu'on peut constater une certaine régularité dans

7 les surfaces générales de rupture; mais elle s'explique aussi bien si l'on base la théorie de la rupture sur la traction transversale, sur le frottement interne ou sur d'autres hypothèses encore.

Toutes les éprouvettes de béton paraissent être identiques; elles ont pourtant toutes leur individualité et leurs propriétés particulières. Elles sont comme un groupe de soldats en uniforme ou comme un bouquet de fleurs de la même variété. On ne peut pas calculer avec de simples formules, ni déduire d'un cas particulier des règles générales. Il faut avoir recours à des renseignements statistiques (v. BC n° 22/1957 et 15/1961).

Conclusions

Il ressort des considérations ci-dessus que la notion si répandue de résistance du béton n'est pas du tout si simple et qu'elle est encore fort mal connue. Les problèmes qu'elle pose ne sont pas complètement résolus, ce qu'on en connaît ne fait que suggérer des hypothèses et des suppositions. On parviendra certainement un jour à mieux saisir le véritable comportement du béton, ce matériau d'une part si capricieux et si difficile à comprendre, d'autre part si simple à fabriquer, ayant des propriétés si étonnantes et capable de s'adapter de lui-même dans une certaine mesure à des efforts qu'on avait pas su prévoir. Tr.

