Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 93 (1967)
Heft: 22

Artikel: La composition du béton
Autor: Nyffeler, Arthur
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-69093

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

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

LA COMPOSITION DU BÉTON

par ARTHUR NYFFELER, ingénieur civil, dipl. EPUL, Entreprise NYFFELER S.A., Berne

Pour le calcul des composantes du béton, nous admettons les symboles suivants :

P = Dosage en ciment, en kg/1000 lt de béton vibré (*donné*).

S = Dosage en agrégats ronds secs 0-30 mm, en kg/1000 lt de béton vibré.

$\overline{S}$ = Dosage en agrégats ronds humides 0-30 mm, en kg/1000 lt de béton vibré.

$\overline{S'}$ = Dosage en agrégats ronds humides 0-30 mm, en lt/1000 lt de béton vibré.

$\overline{S''}$ = Dosage en mélange ciment + agrégats ronds humides 0-30 mm, en lt/1000 lt de béton vibré.

W'_{tot} = Dosage en eau (humidité naturelle + eau de gâchage), en lt/1000 lt de béton vibré.

W' = Dosage en eau de gâchage, en lt/1000 lt de béton vibré.

V' = Volume des vides du béton, en lt/1000 lt de béton vibré, admis *13 lt/1000 lt de béton vibré*, en première approximation.

B = Poids de 1000 lt de béton vibré, consistance terre humide.

B' = 1000 lt de béton vibré, consistance terre humide.

γ_p = Poids spécifique du ciment, en moyenne *3,05 kg/lt* (voir SIA 166) [1].

γ_s = Poids spécifique des agrégats, en moyenne *2,65 kg/lt* (voir SIA 166).

γ_w = Poids spécifique de l'eau (*1,00 kg/lt*).

φ = Teneur en humidité des agrégats ronds 0-30 mm, en pour-cent de leur poids à sec, en moyenne *3* % (voir SIA 166).

ρ_p = Densité apparente du ciment, chargé d'une couche d'agrégats, en moyenne *1,27 kg/lt* (voir SIA 166, le coefficient de pénétration $\alpha = 1$ % est négligé).

ρ_s = Densité apparente des agrégats ronds humides 0-30 mm, en moyenne *1,75 kg/lt* (voir SIA 166).

β = Facteurs de proportionnalité entre le dosage par 1000 lt de béton et le ciment, les agrégats et l'eau nécessaires pour une gâchée de béton vibré.

$p, \overline{s}, \overline{s'}, \overline{s''}, w'$ = Quantités de ciment, d'agrégats ronds humides 0-30 mm, de mélange ciment + agrégats ronds humides 0-30 mm et d'eau de gâchage nécessaires pour une gâchée de béton vibré, en kg ou en lt.

b, b' = Poids et volume par gâchée de béton vibré, consistance terre humide, en kg ou en lt.

Le but de cette étude est de déterminer *approximativement* les quantités de ciment, d'agrégats ronds 0-30 mm et d'eau nécessaires pour confectionner une gâchée de béton vibré de consistance terre humide [2], qui permettra ensuite de vérifier, par l'essai au rendement, si le dosage en ciment prescrit est respecté et, le cas échéant, d'apporter la correction qui s'impose.

Les composantes pour 1000 lt de béton vibré sont liées entre elles par la relation fondamentale suivante (voir SIA 166) :

$$\text{(I)} \qquad \boxed{B' = \frac{P}{\gamma_p} + \frac{S}{\gamma_s} + \frac{W'_{tot}}{\gamma_w} + V' = 1000 \text{ lt.}}$$

[1] Société suisse des ingénieurs et des architectes : Norme technique nº 166, Règles concernant la composition des bétons, 1956.

[2] Pour simplifier, nous ne considérons pas les agrégats concassés, les agrégats séparés et le béton de consistance mou.

Cette formule exprime que le volume de 1000 lt de béton vibré égale la somme des volumes du ciment, des agrégats, de l'eau et des vides.

Le dosage en ciment par 1000 lt de béton P est donné. Le dosage en eau W'_{tot}, comprenant la teneur en humidité des agrégats et l'eau de gâchage, nous est donnée en fonction de P par la figure 1 de la la norme SIA nº 166 :

$$\text{(II)} \qquad \boxed{W'_{tot} = 130 + 0{,}08\ P.}$$

En ce qui concerne les vides du béton, un certain volume constant V' est admis, bien qu'en réalité V' varie avec P (voir SIA 166). En revanche V' reste petit par rapport à B'. Dans les calculs qui suivent, nous admettons : $V' = 13$ lt = constant.

Le *dosage* en agrégats S peut être tiré des relations (I) et (II) et exprimé aussi en fonction de P :

$$S = \gamma_s \cdot \left(1000 - 13 - \frac{P}{\gamma_p} - \frac{130 + 0{,}08\ P}{\gamma_w} \right).$$

Avec $\gamma_s = 2{,}65$ kg/lt, $\gamma_p = 3{,}05$ kg/lt et $\gamma_w = 1{,}0$ kg/lt on obtient :

$$\text{(1)} \qquad S = 2270 - 1{,}08\ P.$$

S est le poids des agrégats secs en kg ; le poids des agrégats humides est, en admettant $\varphi = 3$ % :

$$\text{(2)} \qquad \overline{S} = (1 + \varphi)\ S = 1{,}03 \cdot (2270 - 1{,}08\ P) = \\ = 2338 - 1{,}11\ P.$$

Le volume des agrégats humides est, en admettant $\rho_s = 1{,}75$ kg/lt :

$$\text{(3)} \qquad \overline{S'} = \frac{\overline{S}}{\rho_s} = \frac{1}{1{,}75} \cdot (2338 - 1{,}11\ P) = 1336 - 0{,}64\ P.$$

Le volume du mélange ciment + agrégats humides est, en admettant $\rho_p = 1{,}27$ kg/lt :

$$\text{(4)} \qquad \overline{S''} = \frac{P}{\rho_p} + \frac{\overline{S}}{\rho_s} = \frac{P}{1{,}27} + \frac{1}{1{,}75} \cdot (2338 - 1{,}11\ P) = \\ = 1336 + 0{,}15\ P.$$

La relation (II) nous donne le dosage en eau de gâchage :

$$\text{(5)} \qquad W' = W'_{tot} - \varphi \cdot S = 130 + 0{,}08\ P - 0{,}03\ (2270 - \\ - 1{,}08\ P) = 62 + 0{,}11\ P.$$

Le poids d'un certain volume de béton est égal à la somme des poids du ciment, des agrégats humides et de l'eau de gâchage ; le poids de 1000 lt de béton est donc :

$$\text{(6)} \qquad B = P + \overline{S} + W' = P + (2338 - 1{,}11\ P) + \\ + (62 + 0{,}11\ P) = 2400 \text{ kg} = \text{constant.}$$

Enfin, par définition :

(7) $B' = 1000$ lt.

Exemple pour P 300 :

$\overline{S} = 2338 - 1{,}11.300 = 2005$ kg/1000 lt de béton vibré
$\overline{S'} = 1336 - 0{,}64.300 = 1144$ lt/1000 lt »
$\overline{S''} = 1336 + 0{,}15.300 = 1381$ lt/1000 lt »
$W' = 62 + 0{,}11.300 = 95$ lt/1000 lt »
$B = 2400$ kg/1000 lt »
$B' = 1000$ lt/1000 lt »

La *figure 1* montre les composantes par 1000 lt de béton vibré en fonction de P.

Pour le calcul des *composantes pour une gâchée* de béton vibré, on introduit le facteur de proportionnalité β, qui permet de passer du dosage pour 1000 lt de béton vibré aux quantités nécessaires pour une gâchée de béton vibré, déterminée par l'une quelconque des composantes données.

En effet, sur le chantier et selon le type de bétonnière utilisée, une gâchée de béton vibré peut être déterminée en donnant :

— soit la quantité d'agrégats en poids ou en volume ($\overline{s}$ ou $\overline{s'}$),

— soit le volume du mélange ciment et agrégats ($\overline{s''}$),

— soit encore le poids ou même le volume du béton vibré (b ou b').

A chacun de ces cas correspond une valeur de β d'après les formules (8) ci-dessous. Les différentes composantes d'une gâchée de béton vibré peuvent alors être calculées à l'aide des formules (9).

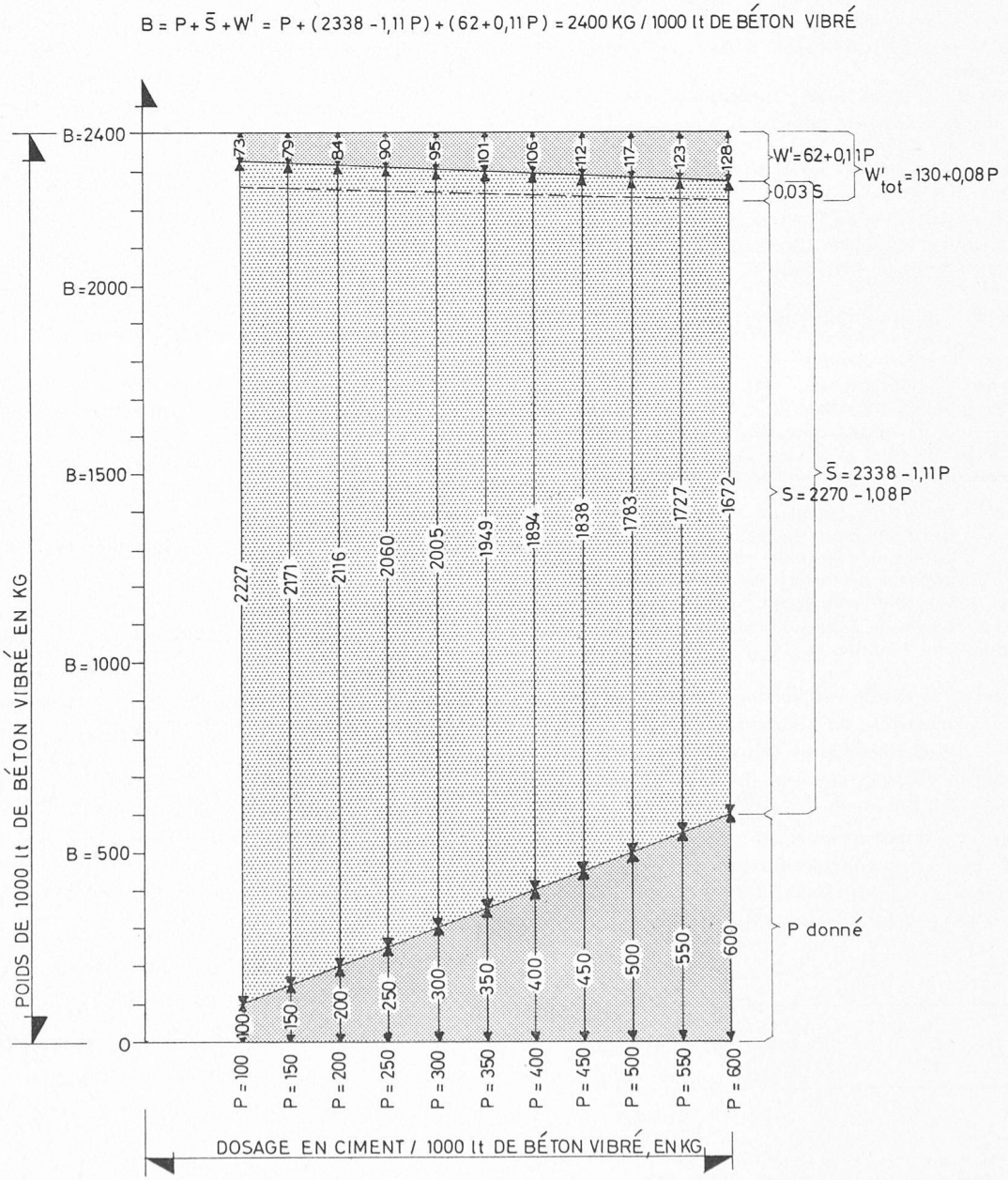


Fig. 1. — Calcul en première approximation des composantes de 1000 lt de béton vibré.

(8)

$$\text{donné } P \text{ et } \bar{s} : \beta = \frac{s}{\bar{S}} = \frac{\bar{s}}{2338 - 1{,}11\,P}$$

$$\text{»} \quad P \text{ et } \bar{s}' : \beta = \frac{\bar{s}'}{\bar{S}'} = \frac{\bar{s}'}{1336 - 0{,}64\,P}$$

$$\text{»} \quad P \text{ et } \bar{s}'' : \beta = \frac{\bar{s}''}{\bar{S}''} = \frac{\bar{s}''}{1336 + 0{,}15\,P}$$

$$\text{»} \quad P \text{ et } b : \beta = \frac{b}{B} = \frac{b}{2400}$$

$$\text{»} \quad P \text{ et } b' : \beta = \frac{b'}{B'} = \frac{b'}{1000}$$

(9)

$$p = \beta \cdot P$$

$$\bar{s} = \beta \cdot \bar{S} = \beta \cdot (2338 - 1{,}11\,P)$$

$$\bar{s}' = \beta \cdot \bar{S}' = \beta \cdot (1336 - 0{,}64\,P)$$

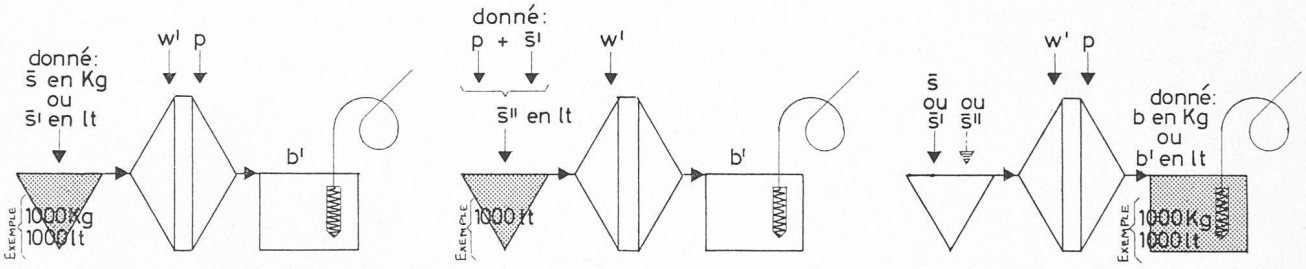
$$\bar{s}'' = \beta \cdot \bar{S}'' = \beta \cdot (1336 + 0{,}15\,P)$$

$$w' = \beta \cdot W' = \beta \cdot (\ 62 + 0{,}11\,P)$$

$$b = \beta \cdot B = \beta \cdot 2400$$

$$b' = \beta \cdot B' = \beta \cdot 1000$$

La *figure 2* donne quelques exemples de calculs.



CALCUL D'UNE GÂCHÉE EN PARTANT DES AGRÉGATS:

P = 300 Kg, s̄ = 1000 Kg

$$\beta = \frac{1000}{2338 - 1{,}11 \cdot 300} = 0{,}499$$

p = 0,499 · 300 = 150 Kg
s̄ = 1000 Kg
s̄' = 0,499 (1336 − 0,64 · 300) = 570 lt
s̄'' = 0,499 (1336 + 0,15 · 300) = 689 lt
w' = 0,499 (62 + 0,11 · 300) = 47 lt
b = 0,499 · 2400 = 1197 Kg
b' = 0,499 · 1000 = 499 lt
(b'_{eff}: essai au rendement)

CALCUL D'UNE GÂCHÉE EN PARTANT DU MÉLANGE CIMENT + AGRÉGATS:

P = 300 Kg, s̄'' = 1000 lt.

$$\beta = \frac{1000}{1336 + 0{,}15 \cdot 300} = 0{,}724$$

p = 0,724 · 300 = 217 Kg
s̄ = 0,724 (2338 − 1,11 · 300) = 1451 Kg
s̄' = 0,724 (1336 − 0,64 · 300) = 828 lt
s̄'' = 1000 lt
w' = 0,724 (62 + 0,11 · 300) = 68 lt
b = 0,724 · 2400 = 1737 Kg
b' = 0,724 · 1000 = 724 lt
(b'_{eff}: essai au rendement)

CALCUL D'UNE GÂCHÉE EN PARTANT DU BÉTON VIBRÉ

P = 300 Kg, b = 1000 Kg

$$\beta = \frac{1000}{2400} = 0{,}417$$

p = 0,417 · 300 = 125 Kg
s̄ = 0,417 (2338 − 1,11 · 300) = 836 Kg
s̄' = 0,417 (1336 − 0,64 · 300) = 477 lt
s̄'' = 0,417 (1336 + 0,15 · 300) = 575 lt
w' = 0,417 (62 + 0,11 · 300) = 39 lt
b = 1000 Kg
b' = 0,417 · 1000 = 417 lt
(b'_{eff}: essai au rendement)

P = 300 Kg, s̄' = 1000 lt.

$$\beta = \frac{1000}{1336 - 0{,}64 \cdot 300} = 0{,}874$$

p = 0,874 · 300 = 262 Kg
s̄ = 0,874 (2338 − 1,11 · 300) = 1739 Kg
s̄' = 1000 lt
s̄'' = 0,874 (1336 + 0,15 · 300) = 1206 lt
w' = 0,874 (62 + 0,11 · 300) = 83 lt
b = 0,874 · 2400 = 2097 Kg
b' = 0,874 · 1000 = 874 lt
(b'_{eff}: essai au rendement)

P = 300 Kg, b' = 1000 lt

$$\beta = \frac{1000}{1000} = 1$$

p = P = 300 Kg
s̄ = S̄ = 2338 − 1,11 · 300 = 2005 Kg
s̄' = S̄' = 1336 − 0,64 · 300 = 1144 lt
s̄'' = S̄'' = 1336 + 0,15 · 300 = 1381 lt
w' = W' = 62 + 0,11 · 300 = 95 lt
b = B = 2400 Kg
b' = B' = 1000 lt
(b'_{eff}: essai au rendement)

Fig. 2. — Calcul en première approximation d'une gâchée de béton vibré.

Comme on l'a dit ci-dessus, les formules du présent exposé permettent de calculer rapidement les quantités approximatives de ciment, d'agrégats ronds humides 0-30 mm et d'eau de gâchage nécessaires pour fabriquer une quantité quelconque de béton vibré de consistance terre humide, pour un dosage quelconque de ciment. A l'aide d'un exemple, nous allons expliquer le processus d'un *essai au rendement* [1].

Soit à confectionner 350 lt de béton P 300 au moyen d'agrégats ronds humides ∅ 0-30 mm. On a donc dans ce cas :

$$b' = 350 \text{ lt.}$$

Les formules (8) et (9) nous ont permis d'obtenir les quantités suivantes en introduisant le facteur de proportionnalité

$$\beta = \frac{350}{1000} = 0{,}35$$

Ciment :
$p = 0{,}35 \cdot 300 = 105$ kg/gâchée de béton vibré
Agrégats :
$\overline{s} = 0{,}35 \cdot (2338 - 1{,}11 \cdot 300) = 702$ kg/ »
$\overline{s'} = 0{,}35 \cdot (1336 - 0{,}64 \cdot 300) = 400$ lt/ »
$\overline{s''} = 0{,}35 \cdot (1336 + 0{,}1 \cdot 5300) = 483$ lt/ »
Eau :
$w' = 0{,}35 \cdot (62 + 0{,}11 \cdot 300) = 33$ lt/ »
Béton :
$b = 0{,}35 \cdot 2400 = 840$ kg/ »
$b' = 0{,}35 \cdot 1000 = 350$ lt/ »

Le béton obtenu est coulé et vibré dans une benne de grue dont le volume est connu. La quantité effective de béton fabriqué est b' effectif, en lt. On peut lire directement sur la benne de grue le volume du béton vibré (voir *figure 3*).

Admettons que l'on obtienne dans ce cas :

$$b'_{\text{effectif}} = 368 \text{ lt/gâchée de béton vibré.}$$

On peut alors calculer le dosage effectif en ciment par 1000 lt de béton vibré :

$$P_{\text{effectif}} = \frac{105}{368} \cdot 1000 = 285 \text{ kg/1000 lt de béton vibré.}$$

[1] Arthur Nyffeler : Die Kontrolle der Zementbeigabe zum Beton. *Schweiz. Bauzeitung*, 72. Jahrgang, Nr. 3, 16. Januar 1954.

On voit que cette gâchée est sous-dosée de

$$\frac{15}{300} \cdot 100 = 5\ \%.$$

Le ciment p nécessaire pour une gâchée de béton vibré doit donc être corrigé, c'est-à-dire augmenté de 5 % :

$$p \text{ corrigé} = 1{,}05 \cdot 105 = 110 \text{ kg/gâchée de béton vibré.}$$

Une nouvelle gâchée avec les mêmes quantités d'agrégats et d'eau de gâchage que pour la première, mais avec 110 kg de ciment, permettra de vérifier que la correction est juste, c'est-à-dire que P effectif = = 300 kg/1000 lt de béton vibré.

Pour réaliser sur le chantier un dosage en ciment prescrit, l'essai au rendement est donc le moyen de vérifier et éventuellement de rectifier les données approximatives de nos formules.

Fig. 3. — Essai au rendement.

BIBLIOGRAPHIE

Telswiss 1967/68. Editions S.A. pour la publicité, case postale, 4800 Zofingue.

« Telswiss 1967/68 » vient de paraître : il s'agit d'un annuaire de téléphone suisse en un seul volume, contenant les quelque 300 000 numéros de l'industrie, du commerce et de l'artisanat, y compris ceux des autorités fédérales, cantonales et communales. Il est donc enfin possible de trouver dans le même volume les 5000 localités de la Suisse et du Liechtenstein dans l'ordre alphabétique, avec en outre la mention du numéro postal, du canton et de l'indicatif interurbain.

Les ondes courtes encerclent la terre, par *J. Vastenhoud.* Monographies Philips, 1967.

Ce livre s'adresse à tous ceux qui, possédant les bases de la radiotechnique, désirent s'initier à la réception des stations d'émissions sur ondes courtes.

L'auteur explique dans un style captivant et par des méthodes de vulgarisation scientifique les bases de la transmission sur ondes courtes et tous les facteurs techniques ou météorologiques nécessaires à la réception optimum. Il décrit les sources principales de perturbation et la façon de les minimiser.

Pour profiter d'une réception de qualité il faut disposer d'un équipement adéquat. L'auteur passe en revue les types d'antennes de réception et la façon de les fabriquer. Le principe de l'appareil de réception lui-même est ensuite analysé et plusieurs projets de postes de réception ondes courtes sont proposés aux radio-amateurs.

Après la partie technique, la pratique passionnante du DX (= essai de réception de stations d'émission lointaines) ainsi que les codes utilisés à cet effet nous sont exposés. Ce livre peut être recommandé à tous les amateurs souhaitant s'équiper pour la réception sur ondes courtes ou désirant améliorer leur équipement actuel. G. B.