

La composition du béton

Autor(en): **Nyffeler, Arthur**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **93 (1967)**

Heft 22

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-69093>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

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.
 \bar{S} = Dosage en agrégats ronds humides 0-30 mm, en kg/1000 lt de béton vibré.
 \bar{S}' = Dosage en agrégats ronds humides 0-30 mm, en lt/1000 lt de béton vibré.
 \bar{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.
 $p, \bar{s}, \bar{s}', \bar{s}'', w'$ = 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) :

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

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 donné en fonction de P par la figure 1 de la norme SIA n° 166 :

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

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 : $V' = 13 \text{ lt} = \text{constant}$.

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

$$(1) \quad S = 2270 - 1,08 P.$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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 :

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

¹ Société suisse des ingénieurs et des architectes : Norme technique n° 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.

Enfin, par définition :

(7) $B' = 1000 \text{ lt.}$

Exemple pour $P = 300$:

$\bar{S} = 2338 - 1,11 \cdot 300 = 2005 \text{ kg/1000 lt de béton vibré}$
 $\bar{S}' = 1336 - 0,64 \cdot 300 = 1144 \text{ lt/1000 lt}$ »
 $\bar{S}'' = 1336 + 0,15 \cdot 300 = 1381 \text{ lt/1000 lt}$ »
 $W' = 62 + 0,11 \cdot 300 = 95 \text{ lt/1000 lt}$ »
 $B = 2400 \text{ kg/1000 lt}$ »
 $B' = 1000 \text{ lt/1000 lt}$ »

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 (\bar{s} ou \bar{s}'),
- soit le volume du mélange ciment et agrégats (\bar{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).

$$B = P + \bar{S} + W' = P + (2338 - 1,11 P) + (62 + 0,11 P) = 2400 \text{ KG / 1000 lt DE BÉTON VIBRÉ}$$

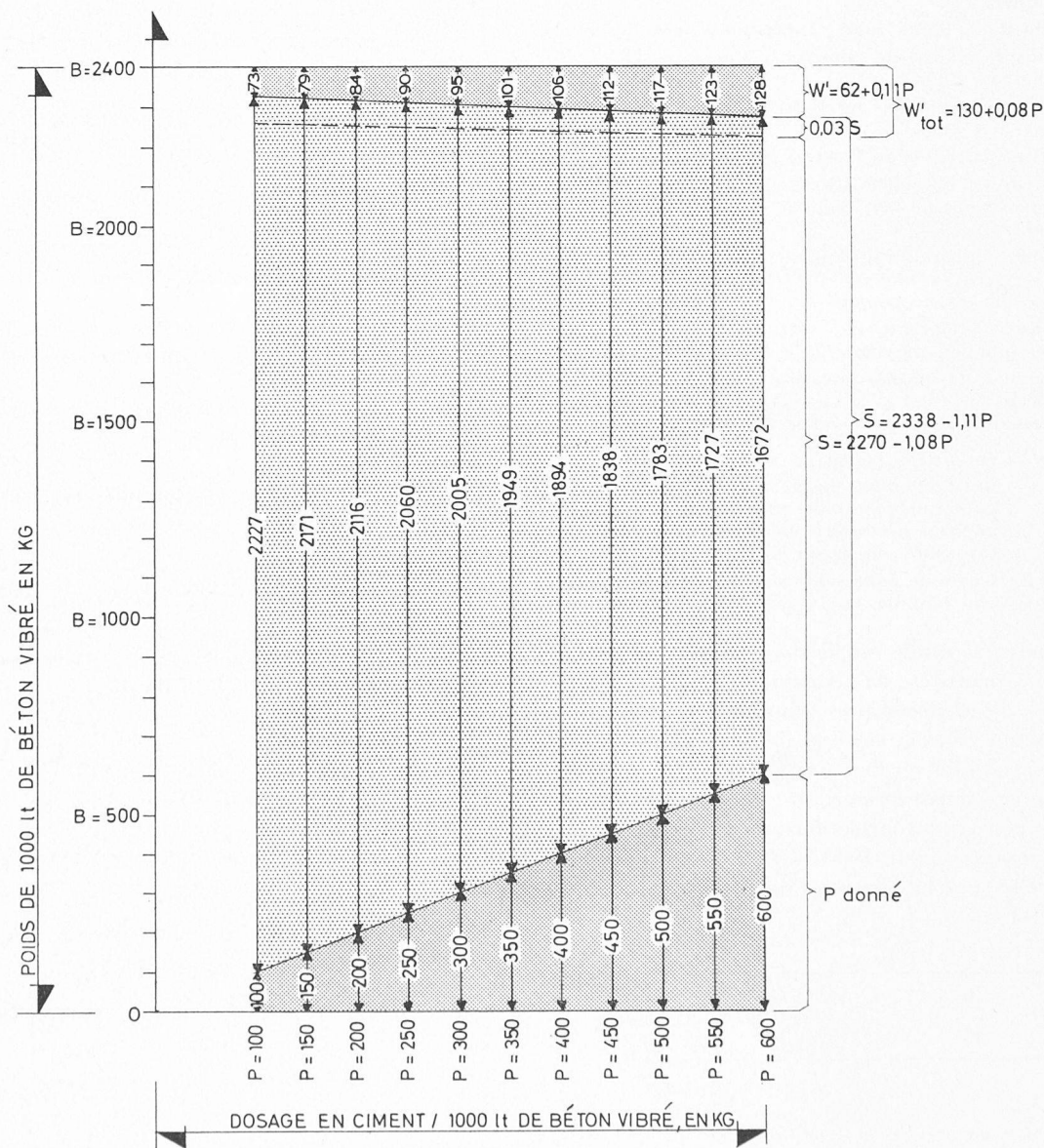


Fig. 1. — Calcul en première approximation des composantes de 1000 lt de béton vibré.

(8)

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

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

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

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

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

(9)

$$p = \beta \cdot P$$

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

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

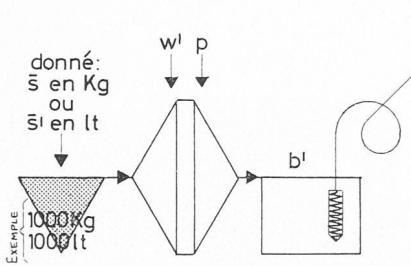
$$\bar{s}'' = \beta \cdot \bar{S}'' = \beta \cdot (1336 + 0,15 P)$$

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

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

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

La figure 2 donne quelques exemples de calculs.

CALCUL D'UNE GÂCHÉE
EN PARTANT DES AGRÉGATS:

$$P = 300 \text{ Kg}, \bar{s} = 1000 \text{ Kg}$$

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

$$p = 0,499 \cdot 300 = 150 \text{ Kg}$$

$$\bar{s} = 1000 \text{ Kg}$$

$$\bar{s}' = 0,499 (1336 - 0,64 \cdot 300) = 570 \text{ lt}$$

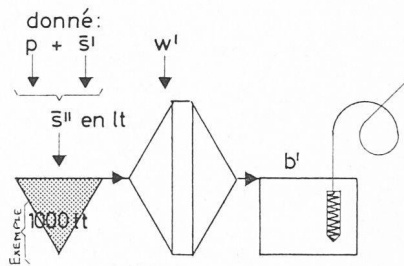
$$\bar{s}'' = 0,499 (1336 + 0,15 \cdot 300) = 689 \text{ lt}$$

$$w' = 0,499 (62 + 0,11 \cdot 300) = 47 \text{ lt}$$

$$b = 0,499 \cdot 2400 = 1197 \text{ Kg}$$

$$b' = 0,499 \cdot 1000 = 499 \text{ lt}$$

(b'eff: essai au rendement)

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

$$P = 300 \text{ Kg}, \bar{s}'' = 1000 \text{ Lt}$$

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

$$p = 0,724 \cdot 300 = 217 \text{ Kg}$$

$$\bar{s} = 0,724 (2338 - 1,11 \cdot 300) = 1451 \text{ Kg}$$

$$\bar{s}' = 0,724 (1336 - 0,64 \cdot 300) = 828 \text{ lt}$$

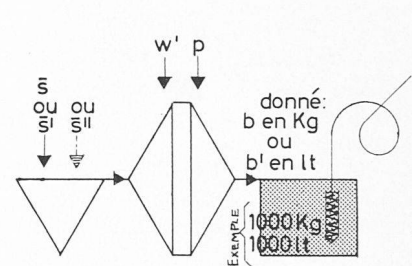
$$\bar{s}'' = 1000 \text{ lt}$$

$$w' = 0,724 (62 + 0,11 \cdot 300) = 68 \text{ lt}$$

$$b = 0,724 \cdot 2400 = 1737 \text{ Kg}$$

$$b' = 0,724 \cdot 1000 = 724 \text{ lt}$$

(b'eff: essai au rendement)

CALCUL D'UNE GÂCHÉE
EN PARTANT DU BÉTON VIBRÉ

$$P = 300 \text{ Kg}, b = 1000 \text{ Kg}$$

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

$$p = 0,417 \cdot 300 = 125 \text{ Kg}$$

$$\bar{s} = 0,417 (2338 - 1,11 \cdot 300) = 836 \text{ Kg}$$

$$\bar{s}' = 0,417 (1336 - 0,64 \cdot 300) = 477 \text{ lt}$$

$$\bar{s}'' = 0,417 (1336 + 0,15 \cdot 300) = 575 \text{ lt}$$

$$w' = 0,417 (62 + 0,11 \cdot 300) = 39 \text{ lt}$$

$$b = 1000 \text{ Kg}$$

$$b' = 0,417 \cdot 1000 = 417 \text{ lt}$$

(b'eff: essai au rendement)

$$P = 300 \text{ Kg}, \bar{s}' = 1000 \text{ Lt}$$

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

$$p = 0,874 \cdot 300 = 262 \text{ Kg}$$

$$\bar{s} = 0,874 (2338 - 1,11 \cdot 300) = 1739 \text{ Kg}$$

$$\bar{s}' = 1000 \text{ lt}$$

$$\bar{s}'' = 0,874 (1336 + 0,15 \cdot 300) = 1206 \text{ lt}$$

$$w' = 0,874 (62 + 0,11 \cdot 300) = 83 \text{ lt}$$

$$b = 0,874 \cdot 2400 = 2097 \text{ Kg}$$

$$b' = 0,874 \cdot 1000 = 874 \text{ lt}$$

(b'eff: essai au rendement)

$$P = 300 \text{ Kg}, b' = 1000 \text{ Lt}$$

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

$$p = P = 300 \text{ Kg}$$

$$\bar{s} = \bar{S} = 2338 - 1,11 \cdot 300 = 2005 \text{ Kg}$$

$$\bar{s}' = \bar{S}' = 1336 - 0,64 \cdot 300 = 1144 \text{ lt}$$

$$\bar{s}'' = \bar{S}'' = 1336 + 0,15 \cdot 300 = 1381 \text{ lt}$$

$$w' = W' = 62 + 0,11 \cdot 300 = 95 \text{ lt}$$

$$b = B = 2400 \text{ Kg}$$

$$b' = B' = 1000 \text{ lt}$$

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

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.

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.

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.

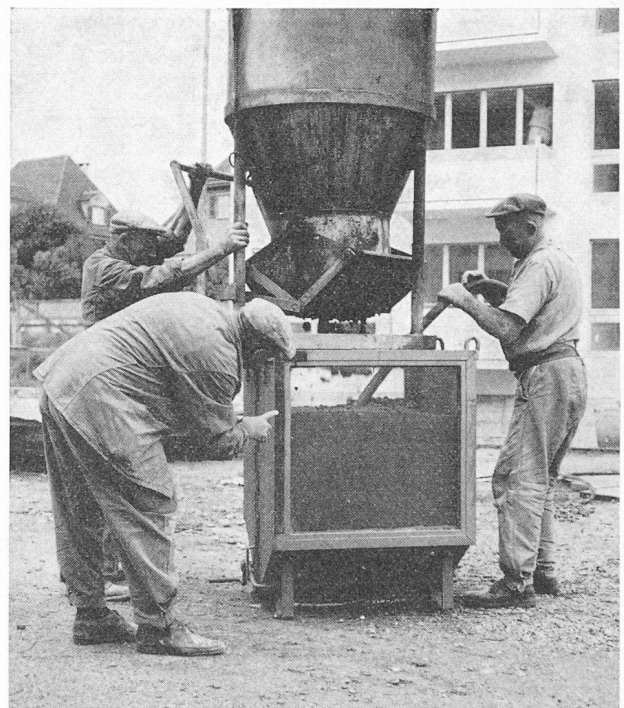


Fig. 3. — Essai au rendement.

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.