

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 74 (1948)  
**Heft:** 11

**Artikel:** Granulation continue ou discontinue des bétons  
**Autor:** Bolomey, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-56019>

### **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:** 20.11.2024

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

# BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

**ABONNEMENTS :**Suisse : 1 an, 20 francs  
Etranger : 25 francs

Pour sociétaires :

Suisse : 1 an, 17 francs  
Etranger : 22 francsPour les abonnements  
s'adresser à la librairie :**F. ROUGE & Cie**  
à LausannePrix du numéro :  
1 Fr. 25

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale.

COMITÉ DE PATRONAGE. — Président : R. NEESER, ingénieur, à Genève; Vice-président : G. EPITAUX, architecte, à Lausanne; secrétaire : J. CALAME, ingénieur, à Genève. Membres : Fribourg : MM. † L. HERTLING, architecte; P. JOYE, professeur; Vaud : MM. F. CHENAUX, ingénieur; † E. ELSKES, ingénieur; E. D'OKOLSKI, architecte; A. PARIS, ingénieur; CH. THÉVENAZ, architecte; Genève : MM. L. ARCHINARD, ingénieur; E. MARTIN, architecte; E. ODIER, architecte; Neuchâtel : MM. J. BÉGUIN, architecte; G. FURTER, ingénieur; R. GUYE, ingénieur; Valais : MM. J. DUBUIS, ingénieur; D. BURGENER, architecte.

Rédaction : D. BONNARD, ingénieur. Case postale Chauderon 475, LAUSANNE

**TARIF DES ANNONCES**Le millimètre  
larg. 47 mm.) 20 cts.Réclames : 60 cts. le mm.  
(largeur 95 mm.)Rabais pour annonces  
répétées**ANNONCES SUISSES S.A.**5, Rue Centrale  
Tél. 2 33 26LAUSANNE  
et Succursales**CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE**

A. STUCKY, ingénieur, président; M. BRIDEL; G. EPITAUX, architecte; R. NEESER, ingénieur.

**SOMMAIRE :** Granulation continue ou discontinue des bétons, par J. BOLOMEY, professeur à l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne. — Le navire « Général-Guisan ». — L'évolution de la ville de Neuchâtel, par JACQUES BÉGUIN, architecte. — NÉCROLOGIE : Gottlieb Meyfarth. — BIBLIOGRAPHIE. — LES CONGRÈS : XXI<sup>ème</sup> Congrès de chimie industrielle. — CARNET DES CONCOURS : Salle de spectacles à Couvet; Poste central de pompiers à Lausanne. — SERVICE DE PLACEMENT.

## Granulation continue ou discontinue des bétons

par J. BOLOMEY, professeur à l'Ecole Polytechnique de l'Université de Lausanne.

La granulation la plus avantageuse à donner aux bétons doit assurer à ceux-ci le maximum de compacité, de maniabilité et de résistance, tout en étant facilement et économiquement réalisable.

Cette granulation optimum est encore souvent discutée; elle l'a été encore l'année passée à l'occasion du jubilé de M. R. Feret où divers ingénieurs, parmi lesquels M. le professeur Campus, ont rappelé que les granulations discontinues, préconisées par M. Feret, fournissent des bétons plus compacts, donc plus résistants, que celles continues correspondant aux formules de Fuller, Bolomey, etc. Un autre point controversé est celui de savoir s'il convient ou non de tenir compte du ciment dans la granulation des matières sèches.

Les granulations données par une formule algébrique, d'ailleurs empirique, ont l'inconvénient d'être trop théoriques, de manquer de souplesse pour se plier aux besoins des chantiers et de ne pas correspondre au maximum de résistance réalisable. Leur avantage est de donner immédiatement, pour chaque cas particulier, une solution qui correspond à un excellent béton, même si ce n'est pas le meilleur.

Le maximum de résistance correspondra à une granulation discontinue, la difficulté étant de déterminer exactement celle-ci sans essais préalables. Le ballast sera constitué par du gravier et du sable en éliminant le gravillon. Quelle doit être la proportion de sable au gravier? Est-elle la même pour le roulé et le concassé? Quelle sera la granulation du sable? Entre quels diamètres varieront les grains de sable et de gravier? Il y a là de nombreux points essentiels auxquels la simple notion de granulation discontinue ne fournit pas de solution immédiate. Mieux vaut une bonne granulation continue qu'une médiocre discontinue.

L'emploi du module de finesse d'Abrams, ou le calcul de la

quantité d'eau de gâchage, fait en quelque sorte le pont entre les deux méthodes et indique, comme le triangle de Feret, qu'il y a une infinité de solutions approchées qui correspondent à des bétons dont la résistance est très voisine de celle optimum. Il est donc possible de s'écarter dans une certaine mesure de la granulation jugée la meilleure sans nuire de façon appréciable aux qualités du béton.

Au surplus il faut tenir compte, sur les chantiers, non seulement des résistances mécaniques, mais aussi de la maniabilité et de la facilité de mise en œuvre (danger de démêlage), du procédé de serrage du béton par pilonnage ou vibration, de l'étanchéité, de la résistance au gel et enfin de la possibilité de réaliser la granulation désirée. A ces divers points de vue les granulations continues offriront souvent de sérieux avantages sur celles discontinues.

Pour juger de la valeur pratique des considérations ci-dessus il est nécessaire de faire des essais comparatifs entre bétons à granulation continue ou discontinue.

Les expériences classiques de Feret sur des mortiers gradués de 0 à 5 mm ont montré que la compacité maximum est réalisée par le mélange de 38 % en poids de fin de 0 à 0,5 mm avec 62 % de gros de 2 à 5 mm, en écartant complètement les grains moyens de 0,5 à 2 mm. En généralisant ces constatations, la granulation idéale doit comporter 38 % de grains 0 à 0,10 D et 62 % de grains de 0,40 à 1,00 D en écartant les diamètres de 0,10 à 0,40 D. Le diamètre maximum des grains du ballast considéré étant D.

Prenons D = 30 mm et un dosage en ciment, compris dans la granulation, correspondant au 13 % du poids des matières sèches.

D'après Feret la granulation idéale doit correspondre à 38 % de grains de 0 à 3 mm et 62 % de grains de 12 à 30 mm. Le fin de 0 à 3 mm doit être gradué suivant la même loi, soit 38 % (y compris le ciment) de grains de 0,0 à 0,3 mm et 62 % de grains de 1,2 à 3 mm. Les granulations suivantes ne s'écartent que légèrement de la granulation théorique d'après Feret.

|                    | Béton A |       | Béton C |                |
|--------------------|---------|-------|---------|----------------|
| Ciment             | 13 %    | 13 %  | 14,5 %  | = 38 % de 38 % |
| Sable 0,1 à 0,3 mm | 6 %     | 1,5 % | 23,5 %  | = 62 % de 38 % |
| Sable 1,5 à 3 mm   | 19 %    |       | 38 %    |                |
|                    |         |       | 62 %    |                |
| Gravier 15 à 30 mm | 62 %    |       | 62 %    |                |
| Totaux             | 100 %   |       | 100 %   |                |

Le béton A a été comparé avec le béton B, gradué suivant

$$P = 10 + 90 \sqrt{d : 30}$$

Le béton C a été comparé avec le béton D, gradué suivant

$$P = 5 + 95 \sqrt{d : 30}$$

Les quatre bétons ont ainsi reçu les granulations suivantes représentées graphiquement sur la figure 1.

|                       | A     | B     | C      | D      |
|-----------------------|-------|-------|--------|--------|
| Ciment                | 13 %  | 13 %  | 13 %   | 13 %   |
| Ciment + 0,1 à 0,3 mm | 19 %  | 19 %  | 14,5 % | 14,5 % |
| Ciment + 0,1 à 1,5 mm | 19 %  | 30 %  | 14,5 % | 26 %   |
| Ciment + 0,1 à 3 mm   | 38 %  | 38 %  | 38 %   | 35 %   |
| Ciment + 0,1 à 6 mm   | 38 %  | 50 %  | 38 %   | 47 %   |
| Ciment + 0,1 à 15 mm  | 38 %  | 74 %  | 38 %   | 72 %   |
| Ciment + 0,1 à 30 mm  | 100 % | 100 % | 100 %  | 100 %  |

Les bétons A et B ont la même teneur en grains de 0 à 0,3 mm et de 0 à 3 mm. Les bétons C et D ont la même teneur en grains de 0 à 0,3 mm, par contre celle en grains de 0 à 3 mm est plus forte pour le béton C que pour le béton D.

Tous ces bétons ont été gâchés à la même consistance molle, mesurée à la table de fluidité Stern, permettant l'étalement complet d'un tronc de cône de béton après 25 chutes de 4 cm de hauteur.

Les essais ont donné les résultats suivants :

| Bétons                      | A        | B       | C        | D     |
|-----------------------------|----------|---------|----------|-------|
| Granulation                 | discont. | contin. | discont. | cont. |
| Ciment                      | 13 %     | 13 %    | 13 %     | 13 %  |
| Ballast 0,1 à 30 mm         | 87 %     | 87 %    | 87 %     | 87 %  |
| Eau de gâchage              | 6,5 %    | 7,2 %   | 6,0 %    | 6,4 % |
| Densité du béton            | 2,45     | 2,41    | 2,44     | 2,45  |
| Rapport C/E                 | 2,0      | 1,80    | 2,16     | 2,02  |
| Résistance à la compression |          |         |          |       |
| 7 jours Kg/cm <sup>2</sup>  | 205      | 192     | 250      | 235   |
| 28 jours "                  | 298      | 278     | 325      | 309   |
| 60 jours "                  | 363      | 331     | 420      | 421   |

Les bétons A et B étaient très maniabiles et leur mise en moules par secousses, sans damage direct, a été facile, spécialement pour le béton B.

Le béton D a montré la même facilité de mise en moule que le béton A ; par contre le béton C s'est montré beaucoup moins maniabiles et sa mise en moule sans damage a été assez difficile. Sa granulation aurait très bien convenu pour du béton vibré.

La comparaison des bétons A et B et celle des bétons C et D montre clairement que la granulation discontinue permet de réaliser des bétons plus résistants que ceux à granulation continue. Le gain est toutefois modéré ; à égalité de teneur en fin de 0 à 0,3 mm il n'a pas dépassé 10 %, il a été obtenu en partie aux dépens de la maniabilité et il dépend des granulations discontinues considérées.

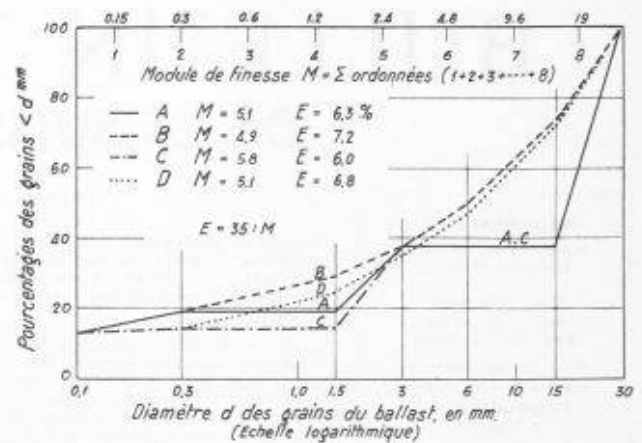


Fig. 1. — Granulation des bétons A, B, C, D.

C'est ainsi que le béton D à granulation continue, s'est montré aussi maniabiles et plus résistant que le béton A à granulation discontinue.

Les quelques essais décrits ci-dessus n'épuisent pas le problème. On pourrait considérer d'autres types de granulations discontinues, d'autres rapports entre gros et fin que 62 à 38 %, d'autres constitutions du sable. Ce qui semble acquis c'est qu'une granulation discontinue, bien étudiée, permet de réaliser des bétons légèrement plus résistants que ceux à granulation continue déterminée une fois pour toutes.

Le gros avantage de la formule générale de granulation que nous avons proposée

$$P = A + (100 - A) \sqrt{d : D} \quad (\text{ciment compris})$$

est la simplicité de son emploi et de correspondre toujours à un bon béton, même si ce n'est pas toujours le meilleur réalisable, et dont la maniabilité désirée est obtenue par le choix du facteur A.

La granulation théorique fournie par cette formule peut être modifiée suivant les besoins du chantier en se basant sur les propriétés du module de finesse d'Abrams ou du calcul de la quantité d'eau de gâchage. Toutes les granulations ayant les mêmes teneurs en 0,01 D et en 0,10 D (ou exigeant la même quantité d'eau de gâchage) que celle théorique lui sont pratiquement équivalentes à condition qu'elles ne s'écartent pas trop fortement de celle-ci.

Ainsi une bonne granulation discontinue peut être déduite d'une granulation continue. Il suffit de conserver le même module de finesse (ou la même quantité d'eau de gâchage calculée) et de s'assurer que cette granulation correspond à un béton ayant la maniabilité requise. Ceci sera sûrement obtenu si les teneurs en grains de 0,01 D et 0,10 D ne sont pas inférieures à celles de la granulation de base.

Le choix entre granulation continue ou discontinue dépendra des conditions locales. Les ballasts naturels sont habituellement constitués par des grains de toutes les grosseurs ; dans ce cas la granulation continue correspond à la solution économique. Si par contre on exploite séparément le sable et le gravier, il pourra y avoir avantage à adopter une granulation discontinue. Dans ce domaine, comme dans d'autres, il faut se garder du schéma et des idées préconçues mais baser sa décision sur les matériaux à disposition, en évitant un excès de grains moyens.

Lausanne, avril 1948.