

La densité apparente du béton

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin du ciment**

Band (Jahr): **48-49 (1980-1981)**

Heft 23

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-146027>

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.

BULLETIN DU CIMENT

NOVEMBRE 1981

49^e ANNÉE

NUMÉRO 23

La densité apparente du béton

Importance de la densité apparente. Valeurs calculées et mesurées.
Modifications. Influences.

Le béton est un matériau composé et par conséquent hétérogène. Ses composants principaux faciles à discerner sont les granulats et la pâte de ciment. Pour obtenir la densité apparente du béton, on tient compte des caractéristiques de ces composants et également des vides et capillaires contenant de l'eau, de la vapeur d'eau ou de l'air. Il s'agit de valeurs fondamentales qui peuvent varier dans de larges limites, raison pour laquelle la densité du béton lui-même n'est pas une valeur fixe comme on a l'habitude de l'avoir pour la plupart des matériaux.

La densité apparente du béton varie au cours des différentes phases de son développement. Elle est élevée pour le béton frais, atteint un minimum dans la première semaine et croît à nouveau lentement quand le durcissement progresse. Pour calculer la densité apparente du béton frais, on peut utiliser la formule suivante:

$$D_f = \frac{C + A + E}{\frac{C}{d_C} + \frac{A}{d_A} + E + P} \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$$

D_f = Densité apparente du béton frais

C = Poids du ciment

A = Poids des granulats

E = Poids ou volume de l'eau

d_C = Densité apparente du ciment

d_A = Densité apparente moyenne des granulats

P = Volume des pores d'air

2 Le numérateur de cette fraction, C + A + E, est identique à la formule de composition du béton. On a l'habitude de la donner pour 1 m³ de béton. Il en résulte par conséquent la formule connue du calcul des volumes des composants (v. BC 65/23):

$$\frac{C}{d_C} + \frac{A}{d_A} + E + P = 1000 \text{ l}$$

La composition d'un béton se calcule de la manière suivante au moyen de cette formule:

Exemple: *Dosage en ciment fixé = 320 kg/m³*

- Valeurs de base:*
- $d_C = 3,1 \text{ g/cm}^3$
 - $d_A = 2,65 \text{ g/cm}^3$
 - Teneur en eau nécessaire du mélange pour une consistance plastique: 155 l/m³
 - $P = 15 \text{ l/m}^3$ (valeur moyenne)

Calcul:

	kg	densité	litres
Ciment:	320	3,1	103
Eau:	<u>155</u>	1	<u>155</u>
Pâte de ciment:	475	1,84	258
Pores d'air:			<u>15</u>
			273
Granulats:	<u>1927</u>	2,65	<u>727</u>
	2402		1000

La densité apparente de ce béton frais s'établit donc à:

$$\frac{2402}{1000} = \underline{\underline{2,402 \text{ kg/l}}}$$

Quelques remarques encore au sujet de ce calcul:

- conc. d_C : La densité de 3,1 g/cm³ du ciment portland est une valeur moyenne qu'on peut admettre en général avec une précision suffisante.
- conc. d_A : 2,65 g/cm³ est une valeur moyenne pour un mélange de granulats roulés. Pour une évaluation exacte, ce chiffre doit être déterminé au moyen d'un pycnomètre (v. BC 62 /3 ou U. Trüb, Baustoff Beton, 2^e édition, Wildegg 1979).

- 3 – conc. E: La quantité d'eau dépend de la composition granulométrique des granulats (courbe granulométrique). La valeur de 155 l/m^3 est une estimation pour une composition d'après la courbe de Fuller 0–32 mm.
- conc. P: Tout béton contient de l'air, en général entre 10 et 20 l/m^3 pour une consistance plastique et entre 20 – 40 l/m^3 pour une consistance faiblement plastique à terre humide. 15 l/m^3 est une valeur moyenne pour un béton plastique mis en place par vibration interne.

A partir du calcul des volumes de ses composants, la composition granulométrique pondérale du béton peut également être déterminée avec une bonne approximation. Toutefois, pour que le mélange ait des qualités optimales, il faut en général lui apporter quelques petites corrections. Ainsi le dosage exact en ciment ne peut être déterminé que par un calcul en retour à partir des éléments de la composition définitive.

(Exemple)	<i>par mélange</i>		<i>par m³ sans air</i>		<i>par m³ avec air*</i>	
	kg	l	kg	l	kg	l
CP	126	40,6	309,6	99,8	304,9	98,3
Eau	61	61,0	149,9	149,9	147,7	147,7
Granulats	810	305,6	1990,2	750,3	1960,3	739,0
	997	407,2	2449,7	1000,0	2412,9	985,0

* avec 15 l d'air par m^3

Dosage en ciment:

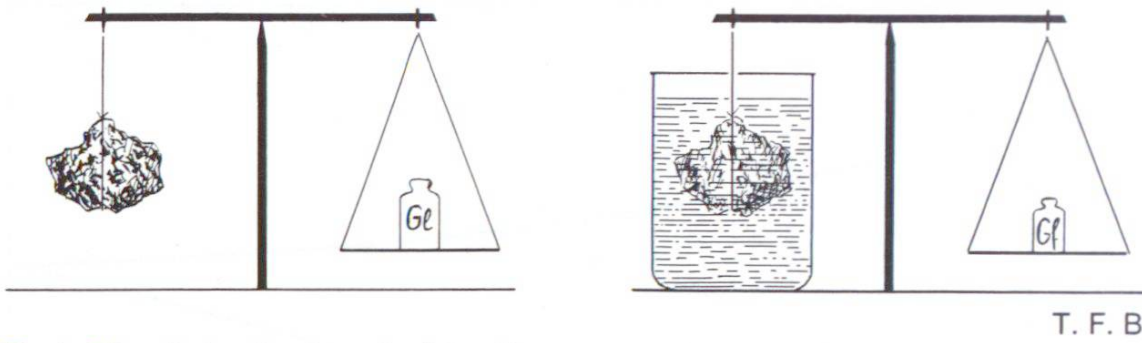
$309,6$ (sans air) $304,9$ (avec air) kg/m^3

Densité apparente du béton:

$2,449$ (sans air) $2,413$ (avec air) kg/l

Cet exemple montre que l'air contenu dans le béton et dont on ne peut qu'estimer la quantité peut modifier de plusieurs % la densité apparente et le dosage en ciment du béton.

Pour déterminer a posteriori la densité apparente d'un béton, il faut connaître le volume et le poids d'un échantillon d'une certaine grosseur (4 – 10 kg). Pour trouver le volume, on pèse l'échantillon saturé d'eau, une première fois normalement, puis une deuxième fois l'échantillon étant plongé dans l'eau (Fig. 1). La différence entre les deux poids correspond à la poussée de l'eau sur l'échantillon et par conséquent au volume de ce dernier. Le poids permettant de déterminer la densité apparente est celui de l'échantillon complètement sec. La densité apparente du béton s'obtient alors par la formule:



T. F. B.

Fig. 1 Détermination du volume d'un échantillon par pesage dans l'air et dans l'eau.

$$V = \frac{G_l - G_f}{s_f}, \quad s_f = \text{poids spécifique du liquide du bain; pour l'eau} = 1,00 \text{ g/cm}^3$$

$$D = \frac{G}{G_l - G_f} \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$$

D = Densité apparente de l'échantillon de béton

G = Poids de l'échantillon sec

G_l = Poids normal de l'échantillon saturé d'eau

G_f = Poids de l'échantillon saturé d'eau plongé dans l'eau

s_f = Poids spécifique du liquide du bain. s_f pour l'eau = 1 g/cm^3

Le dosage en ciment d'un béton peut non seulement être calculé, mais il peut aussi être déterminé a posteriori par analyse chimique. Pour cela, on réduit l'échantillon en poudre et on détermine sa teneur en acide silicique, ce qui permet de connaître la quantité de ciment correspondante. Le résultat devant être donné, comme d'habitude, en kg/m^3 de béton, il faut préalablement déterminer la densité apparente de l'échantillon de béton, puis son volume.

La détermination chimique du dosage en ciment donne en principe des informations sûres, mais elle peuvent aussi être contestables. Ainsi, par rapport à la valeur théorique basée sur le calcul des volumes des composants, le dosage déterminé est trop faible, car la densité apparente du béton durci et séché est sensiblement plus faible que celle du béton frais. L'erreur est en général de 2 à 5 %. Une autre discordance peut apparaître par le fait que le dosage augmente avec l'âge du béton. La raison en est la légère augmentation de la densité apparente qui se produit jusqu'à ce que le ciment soit complètement hydraté. L'augmentation au cours de la première année est d'environ 2 %.

La pâte de ciment fraîche ou durcie a une densité apparente de 1,8 à $1,9 \text{ g/cm}^3$. Elle est donc sensiblement plus légère que les granulats (voir exemple de calcul). On pourrait en conclure que la densité apparente est une bonne information concernant le dosage en ciment et la qualité du béton. Mais ce n'est pas le cas. Comme le montre la

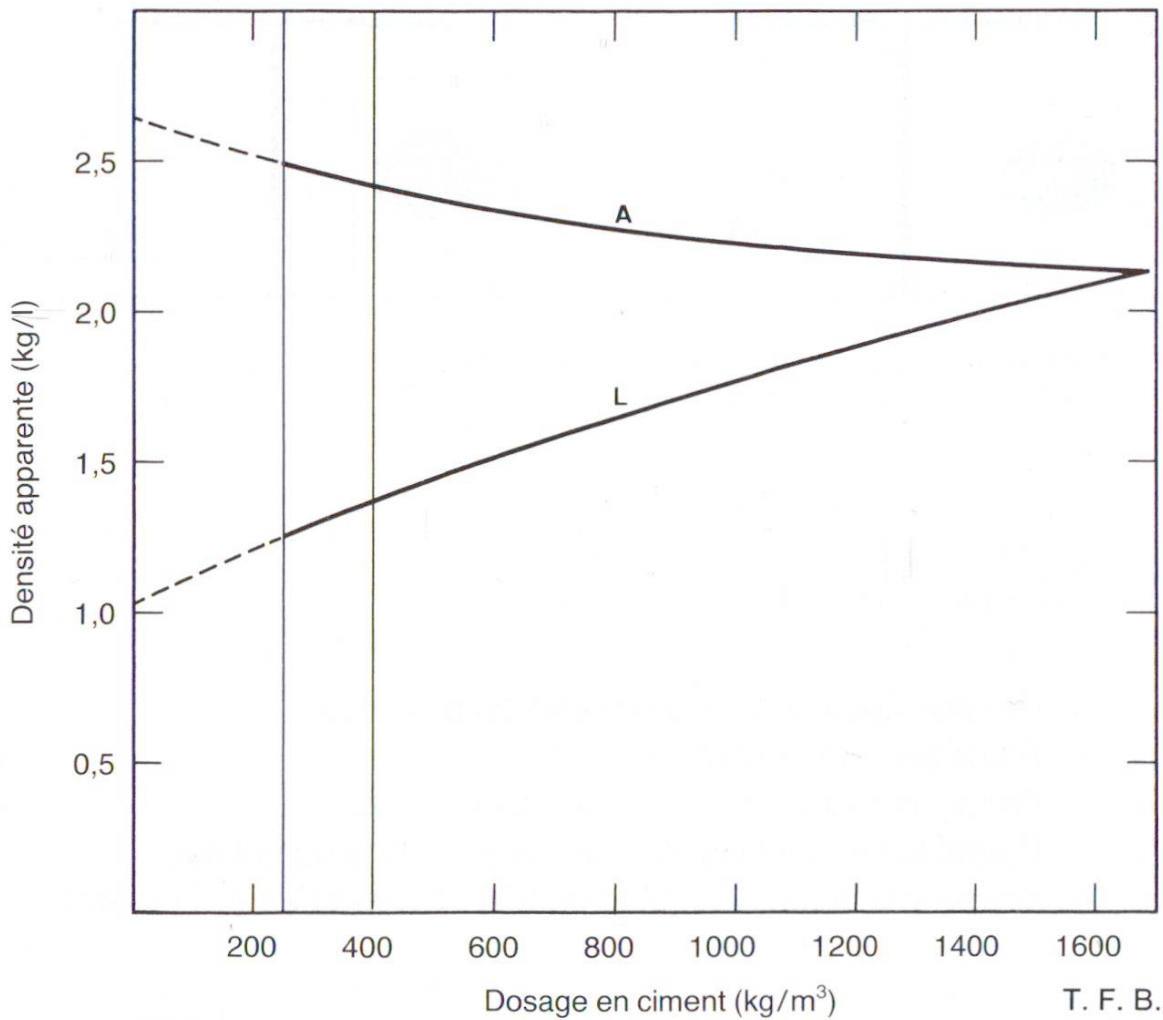


Fig. 2 Densité apparente de mélanges granulat, ciment et eau compte non tenu des vides. A = Exemple avec granulats normaux. L = Exemple avec granulats légers. Les lignes verticales sont les limites du domaine des mélanges usuels.

figure 3, cette valeur varie très peu dans le domaine des dosages usuels. La teneur en air a une influence un peu plus forte. Par conséquent, la densité apparente donne une information sur la qualité du béton en ce qui concerne d'une part son degré de serrage et dans des cas extrêmes, d'autre part, une mauvaise composition granulométrique avec une forte insuffisance de particules fines. S'agissant de *granulats légers*, l'influence existe aussi, mais elle est en sens inverse: La densité apparente augmente en même temps que le dosage en ciment (Fig. 2).

La *capacité d'isolation* des matériaux dépend en grande partie de leur densité apparente. Plus le béton est léger, meilleure est l'isolation thermique qu'il offre, mais plus il est lourd mieux il s'oppose à la transmission des bruits.

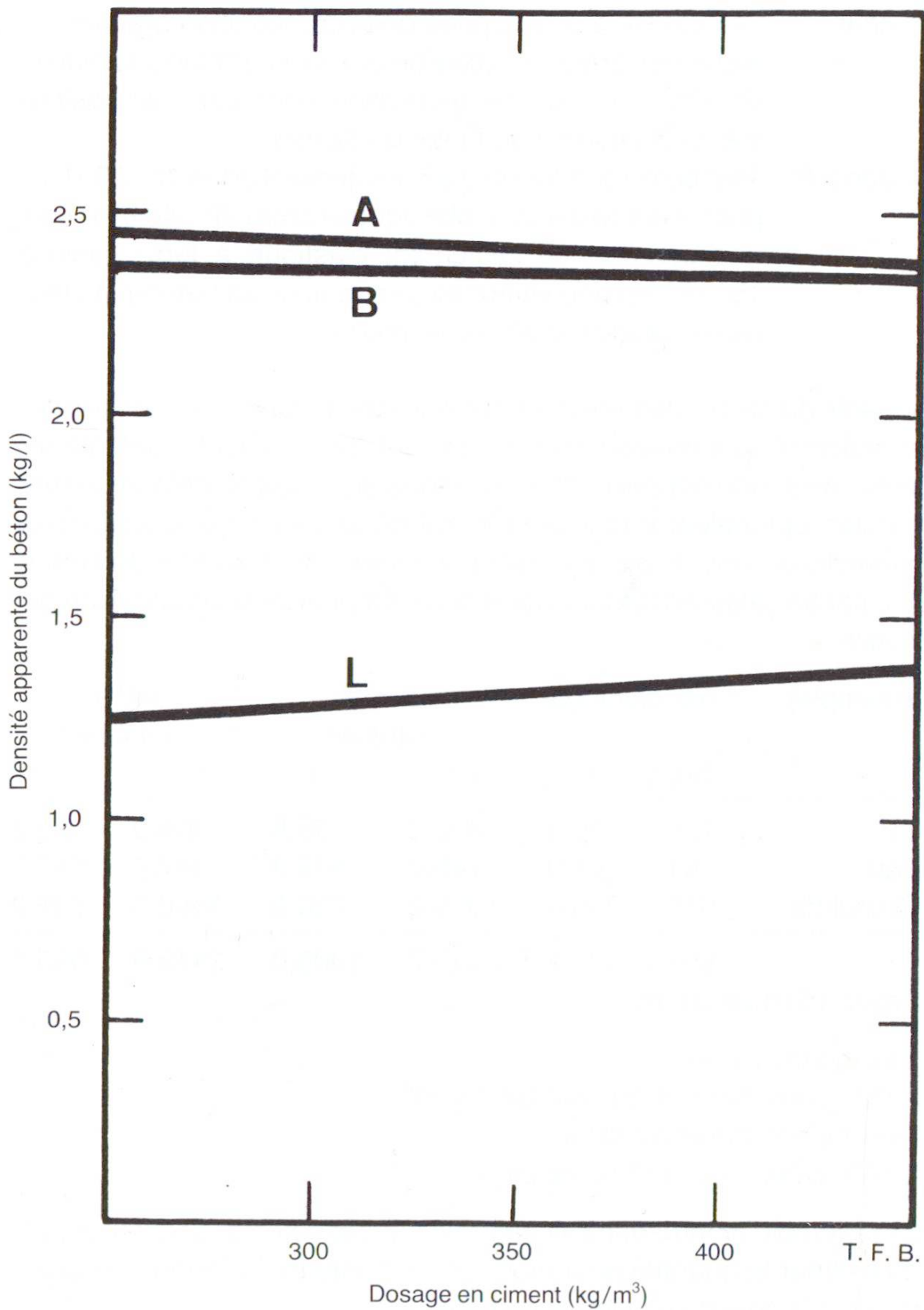


Fig. 3 Densité apparente de bétons. A = Béton frais avec granulats normaux, compte non tenu et B = compte tenu de l'air inclus. L = Béton frais avec granulats légers.