

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 62 (1936)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Durcissement des bétons  
**Autor:** Bolomey, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-47567>

### **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:** 26.01.2026

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

# BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

## ABONNEMENTS :

Suisse : 1 an, 12 francs  
Etranger : 14 francs

Pour sociétaires :

Suisse : 1 an, 10 francs  
Etranger : 12 francs

Prix du numéro :

75 centimes.

Pour les abonnements  
s'adresser à la librairie  
F. Rouge & C<sup>ie</sup>, à Lausanne.

Paraissant tous les 15 jours

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 d'ingénieurs de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale. — Organe de publication de la Commission centrale pour la navigation du Rhin.

COMITÉ DE RÉDACTION. — Président : R. NEESER, ingénieur, à Genève. — Secrétaire : EDM. EMMANUEL, ingénieur, à Genève. — Membres : *Fribourg* : MM. L. HERTLING, architecte ; A. ROSSIER, ingénieur ; *Vaud* : MM. C. BUTTICAZ, ingénieur ; E. ELSKES, ingénieur ; EPITAUX, architecte ; E. JOST, architecte ; A. PARIS, ingénieur ; CH. THÉVENAZ, architecte ; *Genève* : MM. L. ARCHINARD, ingénieur ; E. ODIER, architecte ; CH. WEIBEL, architecte ; *Neuchâtel* : MM. J. BÉGUIN, architecte ; R. GUYE, ingénieur ; A. MÉAN, ingénieur cantonal ; E. PRINCE, architecte ; *Valais* : MM. J. COUCHEPIN, ingénieur, à Martigny ; HAENNY, ingénieur, à Sion.

RÉDACTION : H. DEMIERRE, ingénieur, 11, Avenue des Mousquetaires,  
LA TOUR-DE-PEILZ.

CONSEIL D'ADMINISTRATION DU BULLETIN TECHNIQUE

A. DOMMER, ingénieur, président ; G. EPITAUX, architecte ; M. IMER ; E. SAVARY, ingénieur.

## ANNONCES

Le millimètre sur 1 colonne,  
largeur 47 mm. :  
20 centimes.

Rabais pour annonces  
répétées.

Tarif spécial  
pour fractions de pages.

Régie des annonces :  
Annonces Suisses S. A.  
8, Rue Centrale (Pl. Pépinet)  
Lausanne

SOMMAIRE : *Durcissement des bétons* (suite et fin), par J. BOLOMEY, ingénieur, professeur à l'Université de Lausanne. — *De quelques abus dont sont victimes les constructeurs de machines*, par L. DU BOIS, ingénieur. — *Force motrice de réserve dans les imprimeries de journaux*. — *Etude théorique et expérimentale du passage de l'eau autour de divers obstacles*. — *Bureau d'entraide technique, à Lausanne*. — *Association internationale des ponts et charpentes*. — *NÉCROLOGIE* : René Vallecarré, ingénieur. — *SOCIÉTÉS* : Société suisse des ingénieurs et des architectes. — *Création de possibilités de travail à l'étranger*. — *Société genevoise des ingénieurs et des architectes*. — *BIBLIOGRAPHIE*. — *SERVICE DE PLACEMENT*.

## Durcissement des bétons,

par J. Bolomey, ingénieur, professeur à l'Université de Lausanne.

(Suite et fin)<sup>1</sup>

*Influence de la température.*

Nous avons préparé, avec un même ballast exactement défini, des séries de cubes de béton au même dosage et à la même consistance (même  $C/E$ ), mais en utilisant des ciments de diverses provenances.

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* du 29 février 1936, page 53.

Tous ces cubes ont durci dans l'eau, la température étant maintenue à 15° pour les cubes témoins, à 0°, 30° ou 75° pour les autres. Les courbes de durcissement ont été établies pour chacune de ces températures et les résultats obtenus ont été reportés sur la figure 5 qui permet de faire les constatations suivantes :

D'une façon générale, une élévation de température accélère le durcissement, un abaissement de température le retarde. Cet effet est cependant très variable d'un ciment à l'autre, de sorte qu'il est impossible de déterminer des coefficients de majoration ou de réduction applicables à tous les ciments.

L'influence de la température, très marquée les premiers

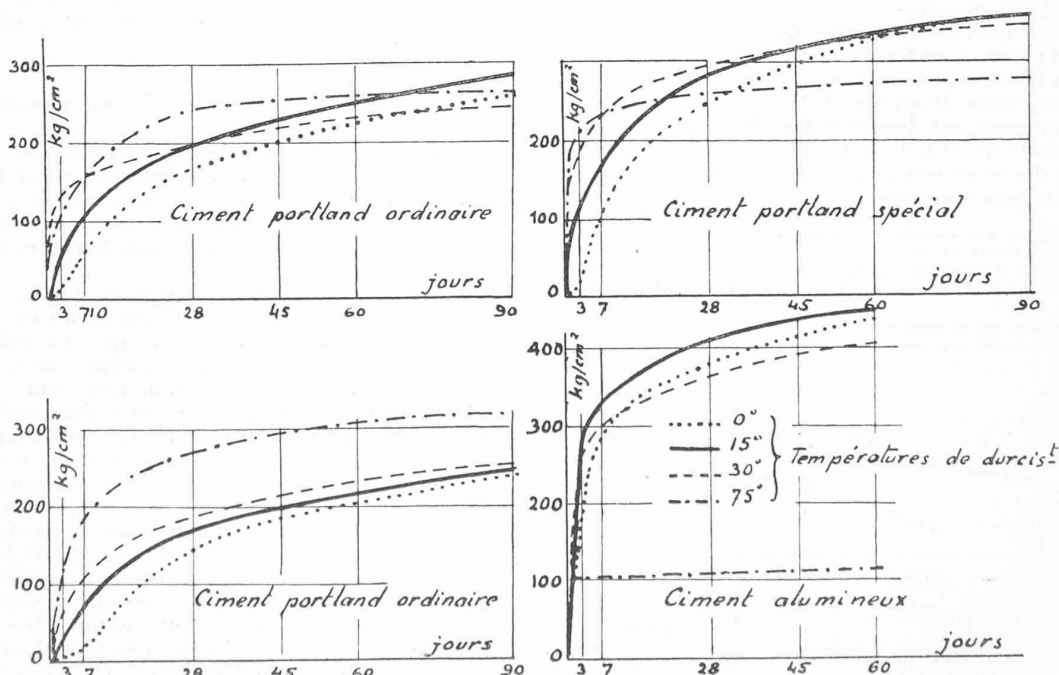


Fig. 5. — Influence de la température sur le durcissement de bétons.

Dosage 350 kg. — Bétons gradués suivant  $P = 15 + 85 \sqrt{d}$ ; 20. Consistance molle,  $C/E = 1,60$ .

jours, s'atténue avec la durée du durcissement. A trois mois elle est pratiquement négligeable pour des températures comprises entre 0° et 30°. Les meilleures résistances au delà de 3 mois sont obtenues pour une température comprise entre 0° et 15°.

Une température voisine de 0° retarde très inégalement le début du durcissement des divers ciments. Dans le cas de la figure 5, nous avons, comme résistance à 0°, celle à 15° étant prise comme unité :

|                            | 3 jours | 7 jours | 28 jours | 90 jours |
|----------------------------|---------|---------|----------|----------|
| C. P. ordinaire . . . . .  | 0,20    | 0,56    | 0,85     | 0,92     |
| C. P. ordinaire . . . . .  | 0,10    | 0,20    | 0,84     | 0,97     |
| C. P. spécial . . . . .    | 0,20    | 0,40    | 0,87     | 1,00     |
| Ciment alumineux . . . . . | 0,72    | 0,85    | 0,83     | 0,98     |

Il convient de tenir compte de ces particularités (choix du ciment, fixation des délais de décoffrage ou décastrage) lors du bétonnage en hiver.

Les ciments riches en aluminates sont peu influencés par les basses températures, ceux riches en chaux y sont sensibles.

A la température de 30° le durcissement, très rapide les premiers jours, se ralentit progressivement, de sorte que le plus souvent, dès l'âge d'un mois, les cubes ayant durci dans l'eau à 15° sont plus résistants que ceux conservés dans l'eau à 30°.

Lorsque la température atteint 75°, le ralentissement du durcissement, qui suit le rapide accroissement initial de résistance, est encore plus accentué ; à 3 mois la résistance à 75° sera fréquemment inférieure à celle à 15°, parfois même on observe une chute de la résistance acquise. Ces anomalies peu marquées pour le C. P. ordinaire, déjà plus sensibles pour le C. P. spécial, sont très importantes pour le ciment alumineux dont la résistance à 75° peut tomber au quart de celle obtenue à 15°.

Non seulement un béton au ciment alumineux durcissant dans l'eau à 75° n'acquiert qu'une résistance très inférieure à celle à laquelle on serait en droit de s'attendre, mais tous les bétons au ciment alumineux que nous avons observés, même ceux qui ont durci préalablement dans de bonnes conditions, ont perdu 40 à 80 % de leur résistance acquise après avoir été exposés, pendant quelques jours, dans l'eau à une température dépassant + 50°. Cette chute de résistance, accompagnée d'un changement de couleur qui passe du gris-noirâtre au brun sombre, doit être attribuée à une modification des combinaisons chimiques. La perte de résistance est définitive et ne s'atténue que très lentement lorsque la température redevient normale.

De tels accidents<sup>1</sup>, les « maladies du ciment alumineux » sont rarement observés sur les chantiers, parce qu'il est exceptionnel qu'un béton dépasse la température de 30° qui n'est pas encore dangereuse. D'autre part, la résistance d'un béton au ciment alumineux, aux dosages habituels, est généralement telle qu'une chute de 50 à 80 % de celle-ci ne peut être constatée que par des essais comparatifs de laboratoire dont nous donnons un exemple ci-dessous.

<sup>1</sup> « Observations sur une maladie du ciment fondu » par E. Freyssinet et A. Coyne. — « Génie Civil », 12 mars 1927.

« Der Einfluss der Erhärtungstemperatur auf die Mörtelfestigkeit eines Tonerdezementes » par A.-F. Roscher Lund. — « Zement », n° 34 du 25 août 1927.

Suivant ces études, qui se rapportent à la prise et non au durcissement, la température critique est d'environ + 37°.

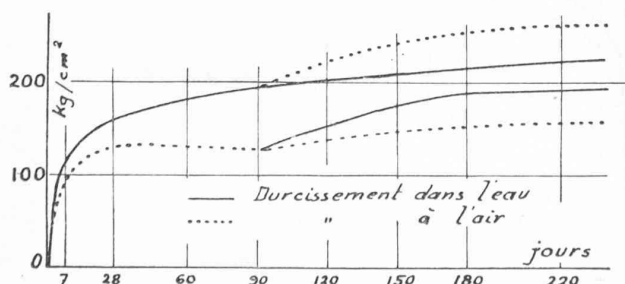


Fig. 6. — Influence de l'humidité du béton sur son durcissement. Dosage 270 C P par m<sup>3</sup> de béton. C : E = 1,35.

Nous avons fabriqué une série de cubes provenant d'une même gâchée de béton au ciment alumineux. Certains de ces cubes ont durci dans l'eau à 15°, d'autres, après avoir séjourné pendant trois semaines dans l'eau à 15°, ont été placés ensuite dans l'eau à 75°. Nous avons obtenu les résistances suivantes :

Tableau VI.

Durcissement d'un béton au ciment alumineux dans l'eau à 15° et à 75°.

Dosage 350 kg. Ballast de rivière 0-20 mm, C/E = 1,60.

| Durée du durcissement | Mode de durcissement   |   |
|-----------------------|------------------------|---|
|                       | Dans l'eau à + 15°     | 21 jours dans l'eau à 15° puis dans l'eau à + 75° |
| 3 jours               | 260 kg/cm <sup>2</sup> | 260 kg/cm <sup>2</sup>                            |
| 7 »                   | 355 »                  | 355 »   |
| 14 »                  | 358 »                  | 358 »   |
| 21 »                  | 378 »                  | 378 »   |
| 28 »                  | 375 »                  | 88 »  |
| 45 »                  | 398 »                  | 91 »  |
| 60 »                  | 396 »                  | 98 »  |

A moins d'effectuer des essais à la compression, il est difficile de reconnaître, sur le chantier, que la résistance est tombée de 370 à 90 kg/cm<sup>2</sup>.

En général les ciments dont le durcissement initial est peu influencé par les basses températures se comportent moins bien à une température de 50 à 80°. Réciproquement, les ciments dont le durcissement initial est fortement retardé par une température voisine de 0°, peuvent être exposés sans inconvénient à une température élevée.

Chaque ciment a ainsi ses propriétés thermiques particulières dont la connaissance permettra de déterminer les conditions de son emploi le plus rationnel.

#### Influence de l'humidité du béton sur son durcissement.

La figure 6 donne les courbes de durcissement du béton d'une même gâchée, suivant que les cubes ont durci : continuellement dans l'eau ; continuellement à l'air ; trois mois dans l'eau puis à l'air ; trois mois à l'air puis dans l'eau.

Le durcissement dans l'eau correspond aux conditions d'essai de la figure 1 ; il est analogue à celui qui est réalisé dans les fondations, les ouvrages hydrauliques, etc. L'accroissement de résistance est continu et peut être exprimé par la formule :

$$R = a + b \cdot \log t$$

c'est pourquoi nous l'avons choisi comme mode de durcissement normal.

Le durcissement à l'air correspond à celui qui s'observe dans les bâtiments et dans toutes les constructions à l'abri de l'humidité. L'accroissement de résistance est irrégulier et incertain dès que le béton n'est pas maintenu suffisamment humide ; il est donc prudent de le considérer comme insignifiant au delà de 28 jours.

Le durcissement le plus intense est fourni par les cubes conservés alternativement dans l'eau et à l'air (durcissement mixte, béton exposé aux intempéries). La résistance finale s'écartera peu cependant, après quelques mois, de celle obtenue par le durcissement continu dans l'eau.

L'influence de l'humidité pendant le durcissement est donc considérable, la résistance pouvant varier du simple au double, à 3 mois, suivant le mode de conservation des éprouvettes. Si le béton peut être maintenu humide, il y aura, le plus souvent, avantage à choisir un ciment à durcissement lent ; si par contre le béton doit être exposé d'une façon continue à l'air sec peu de temps après sa fabrication, il sera indiqué de recourir à un ciment à hautes résistances initiales.

Les bétons conservés à l'air sec présentent parfois, au moins temporairement, une légère chute de résistance. C'est le cas, en particulier, pour le béton de la figure 6 dont la résistance est tombée de 135 kg/cm<sup>2</sup> à 28 jours à 126 kg/cm<sup>2</sup> à 90 jours, pour croître ensuite lentement et atteindre 152 kg/cm<sup>2</sup> à 6 mois. Ce recul momentané de la résistance ne doit pas être

attribué à une modification des combinaisons chimiques, ainsi que c'est le cas pour l'action de l'eau chaude sur le ciment alumineux, mais à la mise en veilleuse des phénomènes d'hydratation du ciment et au retrait de la pâte liante gêné par les grains de ballast. Sous l'action de ce retrait, d'autant plus énergique que le béton sèche plus rapidement, il se produit des efforts internes suffisamment intenses pour provoquer la formation de tout un réseau de fissures capillaires<sup>1</sup>. La présence de ces fissures entraîne une chute de la résistance à la compression et surtout de celle à la flexion, pouvant être parfois plus importante que l'augmentation due aux phénomènes du durcissement. La diminution du rapport  $R_{flexion} : R_{compression}$  avec l'âge (essais normaux des ciments ou essais de bétons) est certainement due aux tensions intérieures provenant du retrait et pourrait servir à déterminer l'importance de celles-ci.

Cette fissuration capillaire se remarque souvent sur les glaçages au ciment pur, elle est plus difficile à constater sur le béton parce qu'elle est si fine qu'elle ne peut être observée, même à la loupe. Pour la mettre en évidence, il faut recourir soit à l'essai à la flexion, soit à l'essai d'étanchéité qui sont tout à fait caractéristiques à cet égard.

Tous les cubes qui ont durci dans l'eau se sont montrés ensuite complètement ou presque complètement étanches, tandis que tous les cubes, provenant des mêmes gâchées et fabriqués dans les mêmes conditions, mais ayant durci à l'air, ont accusé une perméabilité plus ou moins prononcée. Nous avons effectué près d'une centaine d'essais comparatifs avec des ciments, ballasts, dosages, etc. différents et avons toujours constaté que les cubes conservés à l'air accusaient une perméabilité beaucoup plus grande (jusqu'à 100 fois) que les cubes ayant durci dans l'eau. Ces différences de propriétés d'éprouvettes de béton, provenant des mêmes gâchées et fabriquées dans des conditions identiques de mouillage et serrage, ne peuvent s'expliquer que par une fissuration très serrée due au retrait auquel s'opposent les gros grains du ballast.

On sait que la perméabilité du béton, relativement considérable au début, diminue progressivement avec la durée de l'essai. A quelles causes attribuer cet étanchement naturel qui se produit même si l'eau est tout à fait pure ? Les diverses explications données jusqu'ici sont loin d'être satisfaisantes et ne correspondent pas avec la constatation, facile à faire que l'eau qui a traversé le cube est plus minéralisée que lors de son entrée ; un colmatage paraît donc improbable à moins que l'eau ne soit limoneuse. Notre hypothèse permet de donner une réponse plausible : sous l'effet du retrait, il se produit une fissuration microscopique qui livre passage à l'eau sous pression ; soumis à l'essai d'étanchéité le béton se sature d'eau et gonfle progressivement jusqu'à reprendre sensiblement son volume d'avant retrait ; simultanément les fissures se referment et les pertes diminuent. Cette explication est corroborée par les faits d'expérience suivants :

La perméabilité diminue tout aussi rapidement qu'au cours de l'essai d'étanchéité habituel si le béton est placé dans de l'eau pure, tranquille, où tout colmatage ou transport de particules est impossible.

Les bétons ainsi rendus imperméables perdent cette qualité, au moins partiellement, s'ils sont de nouveau longuement exposés à l'air sec.

La résistance mécanique d'un béton, son imperméabilité et par suite sa résistance aux actions physiques (gélivité) et chimiques, est fortement influencée par le retrait. Les effets nuisibles de celui-ci peuvent être noblement réduits si le béton est maintenu humide suffisamment longtemps ; ce n'est que si cette condition est réalisée que nos formules de résistance et de durcissement sont exactement applicables, le

béton devant en outre être suffisamment maniable pour pouvoir être rendu compact par secousses, sans dommage direct.

#### *Influence de la maniabilité et du mode de mise en œuvre du béton sur son durcissement.*

La figure 7 donne les courbes de durcissement (échelle logarithmique des temps) de bétons au C. P. ordinaire ou spécial. Les uns, bien maniables, ont été mis en œuvre par secousses ;

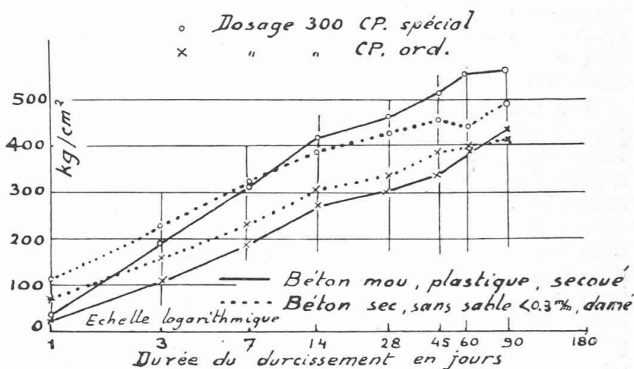


Fig. 7. — Influence de la consistance du béton et de sa plasticité sur le durcissement.

les autres, grossiers (ballast privé de grains plus petits que 0,3 mm), ont été damés énergiquement, mais sont restés néanmoins un peu poreux.

Les bétons damés ont une résistance initiale plus élevée que les bétons secoués, par contre leur durcissement est bien moins intense, de sorte que dès l'âge de 10 jours pour le C. P. spécial et dès 70 jours pour le C. P. ordinaire (résistance comprise entre 350 et 400 kg/cm<sup>2</sup>) la résistance du béton bien gradué secoué atteint celle du béton correspondant damé, pour la dépasser ensuite.

Le durcissement du béton compact secoué se poursuit normalement, tandis que celui du béton poreux damé ne tarde pas à se ralentir fortement.

Ces anomalies du durcissement s'expliquent comme suit :

Le damage intense d'un béton grossier a pour effet de mettre en contact direct les grains de ballast les uns avec les autres. Une partie seulement des efforts de compression est supportée par la pâte liante, l'autre se transmet directement de grain à grain de ballast, de sorte que la résistance du béton ne dépend pas seulement de celle de la pâte liante, mais aussi de celle de la roche constitutive du ballast. Dans un tel cas, les formules de prévision de la résistance ne sont plus applicables, puisqu'elles ne tiennent compte que de la qualité de la pâte liante. Les résistances, au moins au début du durcissement, seront notablement plus élevées que celles qui correspondent au dosage en ciment et à la quantité d'eau de gâchage utilisée, puisque la résistance observée aux essais est la somme de la résistance de la pâte liante et des efforts qui se transmettent directement de grain à grain de ballast.

Si les résistances à la compression du début sont élevées, il n'est pas de même de celles à la traction ou flexion qui dépendent uniquement de la qualité de la pâte liante et des surfaces de contact, plus petites, dans une même section, pour le béton poreux que pour le béton compact. Lorsque l'effort de compression augmente, la différence entre le module d'élasticité de la roche d'où provient le ballast et celui de la pâte liante provoque des efforts de glissement et de cisaillement dans les soudures entre grains de ballast qui entraînent des ruptures prématurées, d'où ralentissement du durcissement apparent qui ne peut dépasser une valeur limite, variable avec la nature et la granulation du ballast, la qualité du ciment et le rapport ciment : eau.

Il en est tout autrement si nous considérons un béton bien gradué, maniable et rendu compact par secousses. Dans ce cas, les grains de ballast sont toujours séparés les uns des autres par une pellicule plus ou moins épaisse de pâte liante,

<sup>1</sup> Dans son exposé sur les « Nouvelles recherches sur le retrait des ciments » (« Annales des Ponts et Chaussées », novembre 1934) M. E. Marcotte, chef du Laboratoire des Ponts et Chaussées, signale que ses expériences ont démontré qu'une pastille de verre noyée dans de la pâte de ciment subit, du fait du retrait de celle-ci, des efforts de compression qui peuvent dépasser 100 kg/cm<sup>2</sup>. — De ces essais, on peut déduire que si la pâte de ciment comprime la pastille de verre, réciproquement la présence de celle-ci fait naître des efforts de traction dans la pâte de ciment. Si nous considérons un béton dont le squelette de grains de ballast s'oppose au retrait de la pâte liante (le retrait apparent du béton est au moins trois fois plus faible que celui de la pâte de ciment), la compression des grains de ballast sera faible, par contre les efforts de traction dans la pâte liante seront tels qu'il y aura inévitablement formation de tout un réseau de fissures capillaires.

de sorte que la transmission des efforts se fait uniquement par l'entremise de la pâte liante dont la résistance conditionne celle du béton, le ballast n'étant qu'une matière de remplissage qui freine le retrait apparent et permet de réduire le volume de pâte liante par unité de volume de béton.

La résistance du béton compact secoué, relativement faible les premiers jours comparativement à celle du béton damé, augmente progressivement, parallèlement à celle de la pâte liante, et finit par atteindre des valeurs élevées, si les conditions de durcissement sont favorables. Les tensions intérieures sont réduites à un minimum, ce qui se traduit par une résistance à la flexion remarquable qui dépassera fréquemment 60 à 80 kg/cm<sup>2</sup> pour une résistance à la compression comprise entre 300 et 500 kg/cm<sup>2</sup>.

Pour un même rapport  $C/E$ , l'accroissement de résistance (flexion et compression) sera d'autant plus marqué que le béton sera plus homogène, c'est-à-dire que le diamètre maximum des grains du ballast sera plus petit et qu'il y aura moins de différence entre le module d'élasticité du ballast et celui de la pâte liante. Un béton à gros éléments aura moins de retrait apparent qu'un béton dont le diamètre maximum des grains de ballast est plus petit. Par contre, les tensions intérieures, provoquées par le freinage du retrait de la pâte liante par les grains de ballast, seront plus grandes dans le premier cas que dans le second. C'est pourquoi la résistance du mortier extrait d'un béton est généralement de 10 à 20 % plus élevée que celle du béton lui-même, bien que le rapport  $C/E$  soit le même dans les deux cas.

Le contrôle des propriétés mécaniques des liants se fait au moyen de cubes ou prismes de mortier normal damé, fabriqué avec un sable de 0,5 à 1,0 mm, donc mal gradué. Du fait de la porosité et du damage du mortier normal, la courbe de durcissement de celui-ci diffère de celle des bétons de chantier et à la même allure que celle des bétons secs damés de la figure 7 (fortes résistances initiales, faible accroissement de celles-ci avec la durée du durcissement). Il en résulte que les essais normaux actuels renseignent imparfaitement sur les qualités réelles des ciments.

Les essais effectués, en 1934, sur 17 ciments suisses, ont donné les rapports moyens suivants entre les résistances à la compression à 7 jours et celles à 28 jours :

|  |                       |
|--|-----------------------|
| Mortier normal damé mécaniquement . . . . .        | $R_7 : R_{28} = 0,80$ |
| Mortier normal plastique, damé à la main . . . . . | $R_7 : R_{28} = 0,76$ |
| Béton de chantier à 300 kg . . . . .               | $R_7 : R_{28} = 0,72$ |

Les écarts individuels sont plus accentués que les écarts moyens, nous avons trouvé par exemple les anomalies suivantes :

|                            |                             | A    | B    | C    |
|----------------------------|-----------------------------|------|------|------|
| M. N. damé mécaniquement   | $R_{28}$ kg/cm <sup>2</sup> | 524  | 505  | 751  |
| M. N. damé à la main       | "                           | 374  | 334  | 477  |
| Béton de chantier à 300 kg | "                           | 258  | 398  | 482  |
| M. N. damé mécaniquement   | $R_7 : R_{28}$              | 0,84 | 0,83 | 0,78 |
| M. N. damé à la main       | "                           | 0,80 | 0,78 | 0,59 |
| Béton de chantier à 300 kg | "                           | 0,78 | 0,71 | 0,65 |

La résistance des bétons n'est donc pas toujours proportionnelle à celle des essais normaux des ciments. Il arrive même (à vrai dire, c'est exceptionnel, voir ciments A et B) qu'un ciment qui a donné des résistances plus élevées qu'un autre aux essais normaux corresponde à des bétons moins résistants, et vice-versa.

Pour connaître exactement les qualités réelles d'un ciment et notamment l'allure de son durcissement, il est indispensable de baser son jugement sur des essais de bétons convenablement exécutés et non sur les seuls essais normaux. Ceux-ci, en raison de leur plus grande simplicité, conviennent pour vérifier la constance de qualité d'un ciment de même fabrication ou pour comparer entre eux des ciments de même nature.

#### Conclusions.

L'étude qui précède montre les fortes variations de résistance de bétons de mêmes dosage, granulation et consistance, suivant la nature et la qualité du liant, la

durée du durcissement, la température et l'humidité pendant le durcissement.

Les ciments sont loin d'avoir tous des propriétés identiques. Suivant leur composition chimique, leur degré de cuisson, leur finesse de mouture, ils seront à durcissement plus ou moins rapide.

Les uns, dont le durcissement est fortement ralenti par une température voisine de 0°, seront peu influencés par des températures élevées. D'autres, par contre, conviennent pour le bétonnage en hiver, mais ne doivent être employés qu'avec prudence s'ils doivent être exposés à des températures dépassant 50°.

S'il convient d'utiliser des ciments à hautes résistances initiales pour des constructions exposées à l'air sec ou qui doivent être décoffrées et mises en service dans un délai très court, il y aura avantage à choisir un ciment lent pour les ouvrages exposés à l'humidité et qui ne seront mis en service qu'après plusieurs mois ou années de durcissement. Ces ciments lents ont, en général, un moindre échauffement et un plus faible retrait que les ciments rapides ; leur emploi est par conséquent recommandable pour les ouvrages massifs.

Suivant H.-F. Gonnermann (Engineering News Record du 22 novembre 1934), les constituants principaux des ciments ont les propriétés suivantes :

Le silicate tricalcique, élément essentiel du ciment portland, effectue la majeure partie de son durcissement avant 28 jours ; celui-ci se poursuit néanmoins, à allure ralentie, pendant très longtemps. Le silicate bicalcique, qui se rencontre dans la chaux hydraulique et les ciments portland dont la cuisson a été peu poussée, ne commence son durcissement qu'à partir de 28 jours. Celui-ci se poursuit pendant des années.

L'aluminate tricalcique a son durcissement complètement terminé à 28 jours, ensuite on observe parfois des chutes de résistance.

La chaleur dégagée par les phénomènes de durcissement est d'autant plus grande que les résistances initiales sont plus élevées. La courbe de durcissement permet d'évaluer dans une certaine mesure l'énergie thermique d'un ciment.

Les essais normaux ne donnent qu'une idée imparfaite de la courbe de durcissement d'un ciment ; il est d'ailleurs rare qu'ils soient poursuivis au delà de 28 jours. Pour déterminer cette courbe, il faut recourir à l'emploi de bétons de granulation et de dosage bien définis, à la consistance de chantier, mis en œuvre par secousses sans damage direct.

Lausanne, le 6 avril 1935.

## De quelques abus dont sont victimes les constructeurs de machines

par L. DU BOIS, ingénieur.

Les temps sont à l'économie ; dans toutes nos administrations, qu'il s'agisse d'entreprises publiques, d'entreprises industrielles ou commerciales, on cherche à réduire les frais généraux le plus possible. Le moment est peut-être propice pour signaler quelques abus qui se sont introduits dans nos mœurs commerciales et dont sont victimes en premier