Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 30 (1904)

Heft: 10

Artikel: Influence des pressions latérales sur la résistance des mortiers et bétons à l'écrasement

Autor: Lossier, Henry

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-24128

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: 09.12.2025

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

Ce serait, il est vrai, un gigantesque travail que l'établissement de cette ligne en montagne avec 57 km. en tunnels, qui ne coûterait pas moins de 308 millions de francs, sans pouvoir éviter des déclivités de 25 ‰ sur de longues sections.

On constate, par la comparaison des distances avec le Gothard, le Brenner et le Splügen, projet de 1890, que la ligne du Fern-Ortler donne lieu à peu de raccourcissements, si ce n'est de quelques villes de Bavière pour Milan et Gênes. Ainsi ces raccourcissements seraient pour: Kaufbeuren 104 et 82, Augsbourg 81 et 65, Munich 87 et 65, Eger 64 et 42, Leipzig 50 et 28, Dresden 64 et 42 km. Le Splügen donne des raccourcissements en moyenne de 20 km. de plus. Pour le centre théorique, que l'on avait déterminé comme se trouvant vers Cremona, ces raccourcissements sont encore réduits.

Il en résulte que la zone de la ligne du Fern-Ortler est beaucoup plus restreinte que celle du Splügen. Dans ces conditions, avec une dépense bien plus importante, les résultats financiers ne sauraient être que défavorables.

* * *

C'est un ouvrage considérable que nous venons de chercher à analyser de manière à donner une idée condensée des études qui ont été faites sur ce sujet par M. Bernhardt, avec grande conscience et des vues justes sur les conditions que l'on doit rencontrer dans un semblable travail. Nous savons que si quelques-unes de ses opinions ont trouvé des critiques, il a été reconnu par les gens les plus compétents que ses données étaient inattaquables. On attendra certainement avec autant d'intérêt l'étude du Luckmanier et de la Greina, qui compléteront un travail si heureusement commencé.

F. Reverdin, ingénieur.

Influence des pressions latérales sur la résistance des mortiers et bétons à l'écrasement.

Par M. Henry LOSSIER,
Privat-docent à l'Université de Lausanne.
(D'après la communication de M. Considère à l'Institut, 18 avril 1904).

Les nombreuses expériences effectuées en France sur la résistance à l'écrasement de prismes en béton armés de spires hélicoïdales avaient permis d'établir la règle suivante, formulée par M. Considère dans plusieurs publications techniques en Suisse et à l'étranger :

La résistance à la compression par bout qu'un prisme fretté fournit avant l'apparition des grandes déformations, dépasse la somme des trois éléments suivants :

1° *La résistance propre du noyau de béton ;*

2° *La limite d'élasticité des armatures longitudinales ;*

3° *La limite d'élasticité d'armatures longitudinales fictives dont le poids est égal à celui des spires multiplié par 2,4.*

Les essais de prismes frettés ayant été faits dans des limites de pression relativement peu étendues, M. Considère jugea nécessaire de vérifier la formule qu'il avait énoncée par un nouveau mode d'expérimentation susceptible d'accuser avec certitude la loi qui lie les pressions latérales à la résistance [1].

De concert avec MM. Mesnager et Mercier, du laboratoire de l'Ecole des Ponts et Chaussées, M. Considère fit préparer 67 petits cylindres de mortier dosé à raison de 300-600 kg. de ciment par mètre cube de sable ; on donna à ces cylindres, de 30 mm. de diamètre, la hauteur relativement grande de 80 mm., afin que leur résistance au milieu de leur longueur fut autant que possible indépendante du frottement variable des bases sur les sommiers qui les comprimaient.

Afin d'assurer l'étanchéité de la surface des prismes, celle-ci fut lissée au ciment et recouverte ensuite d'une couche de cire de 1,5-2 mm. d'épaisseur appliquée à chaud.

Chacun des cylindres ainsi préparés fut placé sur le fond d'un pot de presse dont le piston, pénétrant par un joint à cuir embouti, venait agir sur la face supérieure du prisme. L'eau contenue dans le pot de presse fut alors comprimée jusqu'à la pression que l'on voulait expérimenter et qui réalisait un frettage que l'imperméabilité des prismes rendait effectif. L'écrasement du mortier s'obtenait en exerçant une pression croissante sur le piston de la presse. (Fig. 1.)

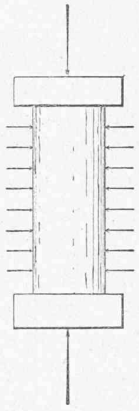

Fig. 1.
Echelle : 1 : 3.

En laissant de côté les essais qu'une pénétration accidentelle du liquide ambiant dans le mortier rendait incertains, nous avons consigné les résultats obtenus dans le tableau suivant, en groupant les chiffres relatifs à des mortiers de même dosage ayant sensiblement la même résistance propre et en indiquant les moyennes.

Poids de ciment par m³ de sable. Kg.	Age du mortier. Jours.	Résistance du mortier immergé dans l'eau comprimée à : 0 kg.	20 kg.	50 kg.	100 kg.	150 kg : cm²
C 300	46	53,2	—	370,1	565,0	—
D 300	126	74,3	227,1	—	523,3	645,2
B 600	34	92,2	—	460,8	704,4	—
A 600	126	170,4	317,8	—	728,6	934,7

Dans la figure 2 nous avons représenté graphiquement les chiffres ci-dessus, en choisissant pour abscisses les pressions de l'eau renfermée dans le pot de presse et pour ordonnées les résistances à l'écrasement correspondantes.

L'ordonnée à l'origine de chaque courbe mesure la résistance propre du mortier essayé sans compression latérale.

La droite en trait mixte OE représente la valeur 4,8 P (P étant la pression latérale spécifique), c'est-à-dire la ré-

[1] Les résultats de ces expériences ont été communiqués à l'Institut de France le 18 avril 1904 par M. Considère.

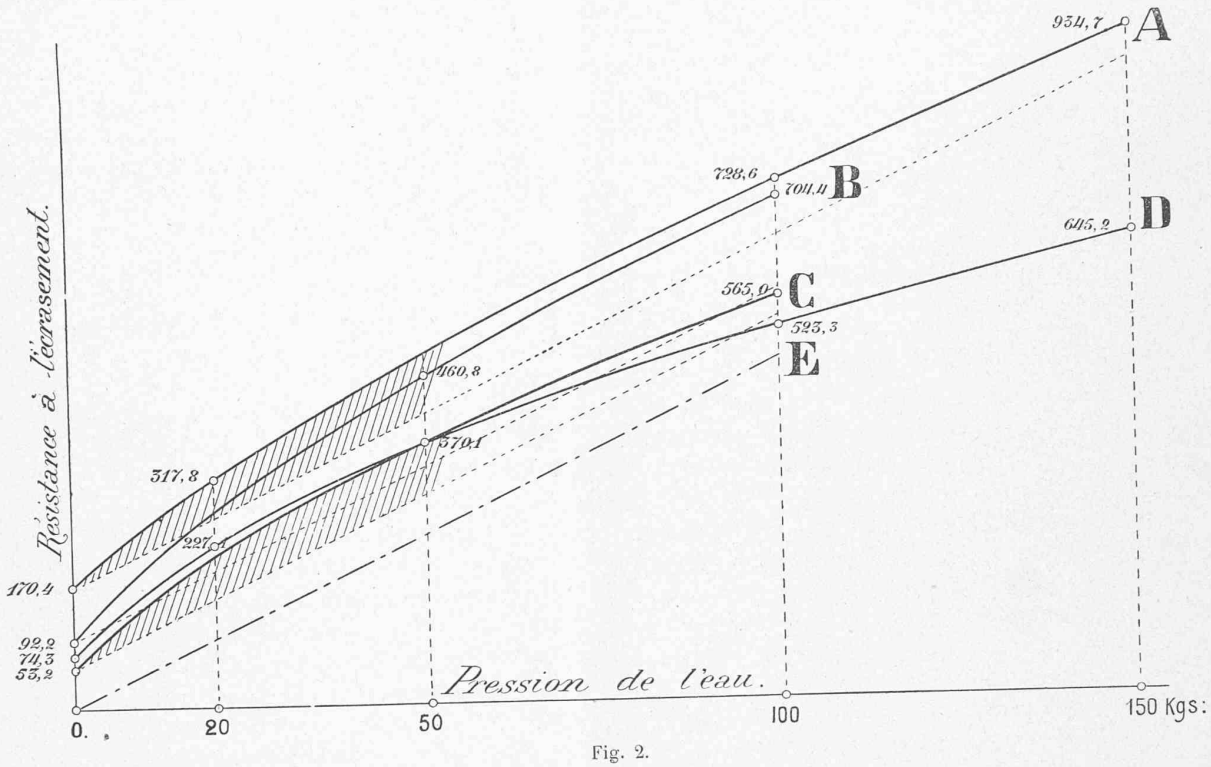

Fig. 2.

sistance que des cylindres formés de grains de mortier sans cohésion réciproque auraient donnée en vertu du seul frottement. Les parties d'ordonnées comprises entre la droite $0E$ et les courbes A, B, C, D mesurent donc les augmentations de résistance des prismes dues à la cohésion.

A partir du point d'abscisse 0 des courbes A, B, C nous avons tracé des parallèles en pointillé à la droite $0E$; les parties d'ordonnées comprises entre ces parallèles et les courbes correspondantes représentent les augmentations de résistance propre du mortier engendrées par les pressions latérales. Comme le montrent distinctement les surfaces hâchées relatives aux courbes A et C, ces augmentations de résistance croissent progressivement avec la pression de l'eau et atteignent leur maximum lorsque celle-ci mesure 40-50 kg : cm² ; elles demeurent, sous des pressions plus élevées, sensiblement égales au 50 % de la résistance propre du mortier.

Dans des publications antérieures [1], M. Considère a déjà mis en lumière cette propriété qu'ont les pressions latérales d'augmenter la résistance propre du béton en exaltant la cohésion par le rapprochement des molécules.

La courbe D présente une anomalie et indique une progression moins rapide de la résistance ; mais le point extrême, qui seul ne concorde pas sensiblement avec l'allure des autres courbes, représente la moyenne des résultats donnés par trois cylindres seulement, dans lesquels il a pu se produire des rentrées d'eau trop faibles pour appeler l'attention, mais suffisantes pour diminuer notablement la résistance. Cette éventualité paraît vraisemblable si l'on remarque que, pour ces trois prismes, la pression d'eau était maximum et que la porosité l'était aussi grâce à la proportion très faible de ciment employé, proportion bien inférieure à celles que présentent les mortiers utilisés dans les maçonneries.

Sauf cette anomalie, les expériences dont nous venons de rendre compte et qui ont porté sur 65 cylindres, confirment la règle formulée par M. Considère, règle que l'on peut énoncer comme suit :

La résistance à la compression par bout qu'un prisme fretté fournit avant l'apparition des grandes déformations est sensiblement égale à la somme des trois éléments suivants :

1° *La résistance propre du noyau de béton majorée de 50 %* [1] ;

2° *La limite d'élasticité des armatures longitudinales ;*

3° *La limite d'élasticité d'armatures longitudinales fictives, dont le poids est égal à celui des spires multiplié par 2,4.*

Il est intéressant d'ajouter que la ductilité des mortiers et bétons est environ 20 fois plus grande lorsqu'on les écrase dans l'eau sous pression que lorsqu'ils sont à l'état naturel.

Dans les figures 3 et 4, nous avons tracé les droites représentant les pourcentages de métal qu'il faut donner à des prismes en béton armés soit en frettage, soit d'après les procédés ordinaires, pour réaliser sensiblement des résistances à l'écrasement déterminées.

Nous avons admis que l'armature en frettage se compose de $^2/_3$ de spires et $^1/_3$ de barres longitudinales, tandis

[1] Voir *Bulletin Technique*, N° des 10 et 25 septembre 1903.

[1] Il s'agit bien entendu de pourcentages en métal normaux, les spires pouvant exercer une pression latérale d'au moins 40-50 kg : cm².

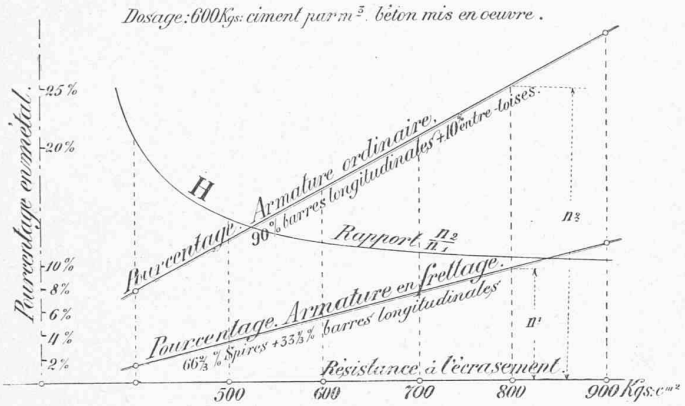

Fig. 3.

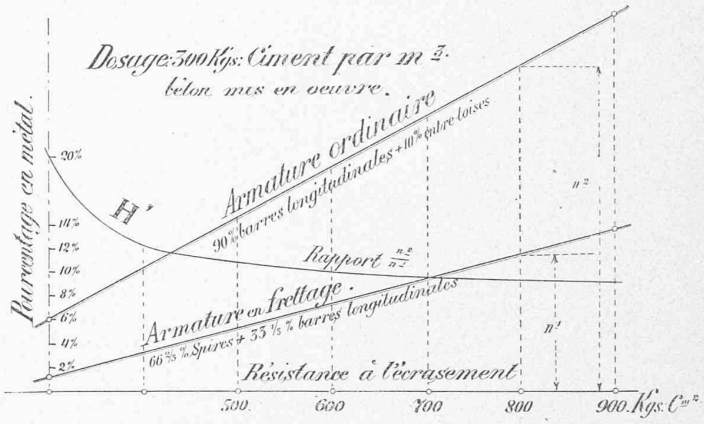

Fig. 4.

que l'armature ordinaire comprend $^9/_{10}$ de barres longitudinales et $^1/_{10}$ d'entretoises ; ces chiffres se rapportant au volume total de l'armature métallique.

Nous avons pris pour abscisses les résistances à l'écrasement et pour ordonnées les pourcentages correspondants; nous avons en outre construit pour chacune des figures 3 et 4 la courbe $H(H')$ d'ordonnée proportionnelle à $\frac{n_2}{n_1}$, soit un rapport du volume de l'armature ordinaire à celui de l'armature en frettage correspondant sensiblement à la même résistance à l'écrasement.

On voit, à l'inspection des hyperboles H et H' relatives aux dosages respectifs de 600 et 300 kg. de ciment par m³ de béton (résistances propres admises 220-160 kg : cm²), que le rapport $\frac{n_2}{n_1}$ est d'autant plus grand que les résistances à réaliser sont plus faibles et le dosage du béton plus élevé.

M. Considère a répété les expériences précédentes sur des prismes de mortier *non recouverts de cire*. Pour les cylindres formés de mortier maigre que l'eau en pression pénétrait complètement, l'augmentation de résistance fut égale à la pression du liquide. Tout s'est donc passé comme si le liquide entourait complètement les molécules en les comprimant en tous sens, justifiant ainsi l'application du principe d'Archimède aux molécules des corps poreux aussi bien qu'à l'ensemble et aux fragments quelconques de ces corps.

Pour des cubes de pâte de ciment pur, l'augmentation de résistance fut intermédiaire entre celles constatées pour les cylindres enduits de cire et pour les mortiers très perméables; ce résultat est expliqué par les expériences de M. Le Chatelier, qui ont montré combien lentement le ciment pur est pénétré par l'eau.

Nous aurons peut-être l'occasion de démontrer ailleurs que les faits énoncés plus haut permettront de réduire notablement les dimensions généralement adoptées pour les massifs de fondation pénétrant profondément dans l'eau ou dans le sol.

Divers.

Tunnel du Ricken.

Bulletin mensuel des travaux. — Avril 1904.

Longueur du tunnel : 8604 m.

Galerie de base.		*Côté Sud* **Kaltbrunn**	*Côté Nord* **Wattwil**	*Total*
Longueur à fin mars 1904 . . .	m.	328,0	86,6	414,6
Progrès mensuel :				
Perforation mécanique . . .	»	—	—	—
» à la main	»	89,0	156,4	245,4
Longueur à fin avril 1904 . . .	»	417,0	243,0	660,0
% de la longueur du tunnel . .		4,8	2,8	7,6
Perforation à la main :				
Progrès moyen par jour . . .	m.	3,0	2,5	—
Progrès maximum par jour . .	»	5,6	4,8	—
Ouvriers.				
Hors du tunnel.				
Total des journées	n.	3272	1630	4902
Moyenne journalière	»	109	54	163
Effectif maximum travaillant simultanément	»	148	70	218
Dans le tunnel.				
Total des journées.	»	1975	1962	3937
Moyenne journalière	»	66	65	131
Effectif maximum	»	90	65	155
Total.				
Total des journées	»	5247	3592	8839
Moyenne journalière	»	175	119	294
Effectif maximum	»	238	135	373
Animaux de trait				
Total des journées	»	254	70	324

Renseignements divers.

Côté Sud. — Le 13 avril a eu lieu, au km. 4,511 (à 221ᵐ du portail sud), la rencontre entre la galerie d'avancement du portail sud et celle du puits du km. 4,550. Le puits n'est dès maintenant plus employé que pour l'aération; l'air frais, insufflé par des ventilateurs électriques, est introduit dans la galerie par des tuyaux de 35 cm. de diamètre.

Roches. — Entre les mètres 211 et 214 à partir du portail, la galerie a traversé une couche de grès ; quant au reste, elle a rencontré généralement de la marne tendre, montrant parfois