

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 52 (1926)
Heft: 10

Artikel: Notes sur les ciments alumineux ou ciments fondus
Autor: Bolomey, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-40287>

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: 30.06.2025

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

Indépendamment de cette question de propagation de la chaleur, c'est-à-dire la température d'une voûte étant supposée connue, je crois que les résultats du calcul statique sont exagérés lorsqu'on fait intervenir un fort abaissement de température. On suppose en effet la voûte intacte, homogène et parfaitement encastrée. Dès que le refroidissement a atteint quelques degrés, il se produit quelque part accidentellement une première fissure et immédiatement les fatigues des autres régions tombent. Le système statique est modifié et la traction croît dorénavant moins vite avec le refroidissement que le calcul ne le laisse supposer. Tout ceci n'enlève évidemment rien à la valeur de principe de la remarque générale par laquelle M. Sarrazin conclut sa note et j'ai bien l'impression, comme lui, que le barrage, tel qu'il est représenté dans sa figure 1, était trop peu voûté.

Ne connaissant pas les conditions spéciales de cet ouvrage et la manière dont il a été exécuté, il est difficile de se faire une opinion définitive sur la cause de sa détérioration. Même avec un barrage en béton armé bien conçu, il aurait fallu, à mon avis, s'attendre à certains dégâts. Notons que la détérioration a débuté à une hauteur correspondant au niveau du lac en hiver, c'est-à-dire dans une région qui, après avoir été imprégnée d'eau, est exposée au refroidissement du fait de l'abaissement du lac. En ce qui concerne la qualité du béton on a observé ailleurs qu'une teneur même faible du gravier en argile amenait la détérioration par le gel. Il semble aussi qu'un béton mis en œuvre avec beaucoup d'eau soit plus facilement abîmé.

En résumé, je crois qu'on peut trouver en dehors des raisons exposées par M. Sarrazin, d'autres causes qui engagent à la prudence lorsque le climat est très rigoureux, même si l'ouvrage a été convenablement conçu. Sans être absolument de l'avis de M. Fantoli lorsqu'il condamne le barrage à voûtes multiples en montagne, je dois lui donner raison lorsqu'il s'agit d'un climat aussi rigoureux que celui auquel le barrage en question semble avoir été exposé.

Veuillez agréer, Monsieur le Rédacteur, l'assurance de ma parfaite considération.

Bâle, le 13 avril 1926

A. STUCKY.

Notes sur les ciments alumineux ou ciments fondus¹.

Sous ce titre, M. Periani Pietro, ingénieur en chef du Bureau du Génie civil pour les travaux maritimes de la Vénétie, a publié dans le numéro d'octobre 1925 des *Annali dei Lavori*

¹ Voir aussi :

Bulletin technique	N° 5	1921	Le ciment alumineux fondu.
"	"	11	1922 Le ciment fondu.
"	"	14	1922 A. Paris. Ciment alumineux électrique.
"	"	20	1922 Le ciment alumineux.
"	"	4	1923 Dr B. Jeanneret. Résistances comparatives de l'électro-ciment et du ciment portland à divers agents.
"	"	14	1923 Le ciment alumineux.
"	"	25	1924 A. Paris. Ciment alumineux fondu pur ou mixte.

Publici une étude très complète sur les ciments alumineux fondus. Les renseignements ci-dessous sont tous empruntés à ce mémoire.

Le ciment alumineux s'obtient par la cuisson jusqu'à fusion complète, c'est-à-dire à près de 1500 degrés, d'un mélange de bauxite et de calcaire. Cette fusion s'opère soit dans des fours électriques, soit dans des fours à coke ; les coulées se font toutes les trois ou quatre heures.

Après le refroidissement, le ciment se présente sous la forme d'une masse compacte, de couleur noirâtre parsemée de nodules métalliques provenant de la réduction de l'oxyde de fer contenu dans la bauxite. La mouture se fait au moyen de moulins spéciaux particulièrement robustes car le ciment fondu a la dureté du verre.

La production d'une tonne de ciment fondu exige, suivant la méthode de fabrication, 330 kg. de coke ou 1000 à 1400 KWh.

Le prix de revient du ciment alumineux est de 2 à 3 fois plus élevé que celui du ciment portland ordinaire.

La différence essentielle entre le ciment portland et le ciment alumineux réside dans leur composition chimique. Suivant *Candlot*, les ciments portland contiennent :

57	— 67	% de chaux
20	— 26	% de silice
5	— 10	% d'alumine
2	— 5	% d'oxyde de fer
0,3	— 2,3	% de magnésie
0,3	— 1,8	% d'acide sulfurique.

La composition des ciments alumineux est :

34	— 40	% de chaux
30	— 50	% d'alumine
20		% au maximum, de silice et d'oxyde de fer.

Les composés sus-indiqués sont combinés entre eux sous forme de sels dont les plus importants, au point de vue de la prise du liant, sont les silicates et aluminates de chaux.

Les phénomènes chimiques de la prise, que M. Periani étudie en détail, sont identiques pour tous les ciments. Cependant, par suite de leur différence de composition chimique et le manque absolu de chaux libre mise en liberté durant la prise, les *ciments alumineux* ont des caractéristiques et des propriétés qui les différencient très notablement des ciments ordinaires. Ils s'en distinguent en particulier par la rapidité du durcissement, par leur haute résistance, par leur absolue invariabilité de volume et leur parfaite stabilité en présence des eaux séléniteuses ou marines.

Leur couleur est sombre, presque noire, la densité apparente varie de 1,00 à 1,05 et leur poids spécifique atteint 3,11. La finesse de mouture est très grande, le résidu sur le tamis à 4900 mailles est inférieur à 4 %.

La prise commence au bout de 2 à 3 heures et se termine 3 à 5 heures après. Elle est influencée par la température mais en sens inverse de ce qui se produit pour le ciment ordinaire : la durée de prise croît avec la température. M. Periani a trouvé que la durée de la prise a été de :

5	heures pour une température de	+ 30°
3	"	+ 26°
2 5/6	"	+ 20°

La prise est profondément altérée par l'addition, même en quantité minime, de chaux, de ciment ou de toute autre substance contenant de la chaux libre.

La prise est d'autant plus rapide que la proportion de chaux est plus forte ; il se produit en même temps un fort dégagement de chaleur et la résistance diminue rapidement avec l'âge pour finir par être presque nulle.

	Addition de chaux en % du poids du ciment.				
	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %
Commencement de la prise après	60'	30'	30'	5'	0'
Fin	150'	90'	60'	30'	15'
Élévation de température	2°	6°	10°	14°	22°

Le durcissement du mortier de ciment alumineux est beaucoup plus rapide que celui du ciment ordinaire. La résistance à la traction et à la compression à deux jours est supérieure à celles prescrites pour les ciments ordinaires à 28 jours (essais normaux).

Le durcissement s'accompagne d'un notable dégagement de chaleur qui tend à évaporer une partie de l'eau de gâchage. Pour éviter une perte de résistance due à une hydratation incomplète, les mortiers de ciment alumineux ne doivent pas être préparés trop secs, à la consistance de terre humide, mais à la consistance semi-fluide. Il faut en outre avoir soin d'arroser le béton les premiers jours du durcissement.

M. Periani a effectué un certain nombre d'essais avec de la pâte de ciment et avec du mortier normal plastique (non damé à la machine) et a trouvé les résultats suivants :

Pâte de ciment alumineux.

		1 jour	2 jours	3 jours	7 jours	28 jours
Traction	Kg/cm ²	48	53	55	64	65
Compression	»	610	615	625	630	850

Mortier normal plastique.

Traction	Kg/cm ²	28	35	36	39	40
Compression	»	240	260	335	385	400

Béton 800 l. gravier et 400 l. sable.

		3 jours	5 jours	7 jours	28 jours
Dosage 150 Kg.	Kg/cm ²	105	120	170	200
» 200 »		125	170	307	315
» 300 »		265	280	355	445

Ces hautes résistances jointes à la rapidité du durcissement permettent de décoffrer les constructions très peu de temps après leur bétonnage. Le retrait est plus marqué les premiers jours du durcissement sur les bétons au ciment alumineux que sur ceux au ciment ordinaire. La différence s'atténue cependant avec l'âge pour disparaître presque complètement après 3 mois.

La propriété essentielle du ciment fondu est cependant sa *résistance exceptionnelle à l'eau de mer et à l'eau séléniteuse*. M. Periani, après avoir cité plusieurs expériences mettant cette propriété en évidence, la justifie en étudiant le processus des combinaisons chimiques qui se produisent lors du durcissement en présence du sulfate de chaux ou de l'eau de mer. Il arrive à la conclusion que tous les ciments qui contiennent une proportion de chaux *inférieure* à la somme de la silice, plus deux fois l'alumine, résistent parfaitement à l'action des eaux séléniteuses. En d'autres termes, pour être inaltérables, les ciments doivent avoir un « Indice d'hydraulicité » plus grand que 1. — Cet indice est de 1,25 pour les ciments alumineux et de 0,50 à 0,65 pour les ciments portland.

Les expériences de Feret, publiées dans le numéro de juillet-août 1922 des *Annales des Ponts et Chaussées*, ont mis en évidence que seuls les mortiers au ciment alumineux fondus sont restés intacts après avoir été soumis pendant 5 ans à l'action de l'eau de la mer. Les essais comparatifs ont été effectués sur des mortiers à la chaux hydraulique, au ciment de grappiers, au ciment portland, au ciment à prise rapide, au ciment de haut fourneau, ou de pouzzolane, etc.

Lors de l'emploi du ciment fondu, il est essentiel :

D'éviter tout mélange avec de la chaux ou du ciment.

De gâcher le mortier ou le béton avec suffisamment d'eau et de le maintenir humide les premiers jours du durcissement.

D'éviter les arrêts du travail.

J. BOLOMEY.

Le développement des installations hydro-électriques en Italie.

M. Carlo Bononi, ingénieur, directeur de l'« Aniel »¹, Association nationale des industries électriques italiennes, a décrit, dans l'*Energia Elettrica*, ce développement vraiment grandiose qui s'est poursuivi durant la période de 1917 à 1925, à une allure dont les nombres ci-dessous caractérisent la rapidité.

Concessions accordées (Nombres et puissances).

Années 1917 - 18	1919	1920	1921
222-500 611 ch.	130-186 328 ch.	74-179 238 ch.	136-361 487 ch.
1922	1923	1924	1925
131-513 177 ch.	89-274 807 ch.	59-760 380 ch.	97-265 951 ch.

À la fin de 1925, la puissance totale visée par les *concessions accordées* était de 3 772 198 ch., et à la même époque, la puissance totale des *installations construites* était de 2 608 000 ch.

Outre un tableau complet des entreprises qui pourvoient à la production et à la transmission de cette énergie, décrivant leur consistance et leurs interconnexions, l'étude de M. Bononi contient des considérations, déduites d'exemples concrets, très propres à mettre en lumière les sujétions, trop souvent méconnues, inhérentes à l'exploitation des fameuses « rails collecteurs » et qui ne peuvent être éludées.

BIBLIOGRAPHIE

Planimetrie mit einem Abriss über die Kegelschnitte, von Dr A. Hess. Professor am Kantonalen Technikum in Winterthur. — Dritte Auflage — 146 Seiten (14 × 21 cm.) mit 206 Abbildungen. — Berlin, Verlag von J. Springer. — Preis : Rm. 4.50. —

Trigonometrie für Maschinenbauer und Elektrotechniker, von Dr A. Hess. — Fünfte Auflage. — 132 Seiten (14 × 21 cm.), mit 120 Abbildungen. — Berlin, Verlag von J. Springer. — Preis : Rm. 3.90.

Ces deux ouvrages, comme le traité de « Géométrie analytique » du même auteur, sont conçus dans un esprit tout à fait original qui leur confère une grande valeur didactique. Trop souvent les auteurs de traités de mathématiques élémentaires semblent surtout désireux de passer pour des mathématiciens subtils, ce qui n'est pas précisément fait pour rendre aisée à des débutants la lecture de leurs travaux. M. Hess, lui, est exempt de ce travers : il ne se pique pas de donner l'illusion de la profondeur, fût-ce au dépens de la clarté ; on le sent constamment inspiré du souci d'être facilement intelligible et d'éveiller chez ses jeunes lecteurs le goût des mathématiques en les leur présentant sous un aspect attrayant ; mais son exposé n'en est ni moins rigoureux ni moins bien « lié », quoiqu'il ne redoute pas les incursions dans d'autres domaines ; c'est ainsi qu'il fait usage, dans son traité de « géométrie plane », et de la façon la plus heureuse, des *coordonnées cartésiennes* et des propriétés des figures *affines*. Mais ce qui constitue le principal mérite de ces livres, c'est leur riche collection d'exercices empruntés aux applications pratiques les plus

¹ Milan (9) — Foro Bonaparte, 31.