

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

Artikel: A propos du barrage à arches multiples du Gem Lake
Autor: Stucky, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-40286>

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: 04.05.2025

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

transformations ne sont en aucune manière justiciables de ces explications ; il y a au contraire beaucoup de raisons pour qu'on rapproche les théories qui les expliquent des théories de l'émission.

En effet, les phénomènes photo-électriques, la formation des spectres, le rayonnement du corps noir, et bien d'autres phénomènes, ne s'expliquent que si l'on admet que les échanges d'énergie entre la matière, et ce que l'on peut encore convenir d'appeler l'éther, se font par petits paquets, par « grains » d'énergie, ou comme l'on dit par *quanta*. Or toute énergie étant inerte, c'est par une véritable émission corpusculaire que la lumière sort des atomes suivant le modèle que M. Bohr en a donné. De plus comme il faut bien admettre que cette énergie est localisée en des régions très précises, quoique très mobiles, de l'espace, on conçoit sans peine que cette nécessité ne s'accorde absolument pas avec les prémisses, apparemment les mieux établies, de la théorie ondulatoire.

C'est à un essai de synthèse entre ces deux conceptions et non plus à une tentative d'explication au moyen de l'une et à l'exclusion de l'autre, que beaucoup de physiciens vouent actuellement leurs efforts. Il convient de signaler les recherches de M. Louis de Broglie et celles de Sir J. J. Thomson. Le premier, dans quelques travaux très suggestifs et dans une remarquable thèse, a édifié une théorie purement formelle qui tente une synthèse entre les conceptions relativistes ondulatoires et la théorie des quanta. En faisant correspondre à tout morceau d'énergie une certaine fréquence, suivant la loi de Planck, M. de Broglie accorde à la propagation de l'énergie dans l'espace ce caractère périodique qu'il semble impossible de lui dénier ; quelques considérations de cinématique lui permettent de définir une onde dont la phase est toujours en concordance avec celle du phénomène vibratoire lié à l'énergie mobile. Avec cela et une interprétation ingénieuse et certainement profonde du principe d'Hamilton et du principe de Maupertuis, M. de Broglie établit entre la dynamique générale et l'optique des relations extrêmement serrées qui constituent, nous semble-t-il, l'ébauche théorique dont on devra partir pour réaliser la synthèse définitive, si celle-ci est possible, des deux théories de l'émission et de l'ondulation.

Tout autre est la théorie de Sir J. J. Thomson. L'illustre physicien de Cambridge, fidèle en cela aux traditions anglaises dont Duhem a fait jadis un si vivant tableau, propose un modèle de ce « quantum ». C'est un anneau de lignes de force électrique qui se déplaçant perpendiculairement à son plan, et avec la vitesse de la lumière est accompagné d'ondes électro-magnétiques qui le guident dans l'espace, mais dont l'énergie est très petite en regard de l'énergie localisée dans l'anneau. A l'aide de quelques hypothèses qui peuvent paraître artificieuses, Sir J. J. Thomson explique la naissance de ces anneaux dans un atome de Bohr, leur transformation, il retrouve une expression de la loi de Planck d'une manière tout à fait saisissante et il donne une explication fort ingénieuse de la diffraction. Il est impossible de se prononcer sur cette tentative mais, malgré tout l'arbitraire que comporte un tel modèle, il ne semble pas qu'il y ait une opposition flagrante entre les idées de M. de Broglie et celles de Sir J. J. Thomson. Il y aurait peut-être avantage à reprendre le modèle du quantum et à définir les règles du jeu auquel on doit l'astreindre pour retrouver les résultats obtenus par M. de Broglie. Quoi qu'il en soit, ces problèmes de physique mathématique ne peuvent laisser indifférents aucun de ceux qui s'intéressent à la philosophie naturelle.

A propos du barrage à arches multiples du Gem Lake

L'article publié sous ce titre dans notre numéro du 10 avril (page 90) nous a valu l'intéressante lettre suivante de M. le Dr A. Stucky, ingénieur-conseil, à Bâle.

Monsieur le Rédacteur du *Bulletin technique*,

Le barrage du Gem Lake a donné lieu à une discussion intéressante dans le *Bulletin technique*, permettez-moi d'y ajouter quelques mots. Ce barrage situé à une altitude de 2760 m. est exposé quelquefois en hiver à une température de 32° au-dessous de zéro. Après 4 ans de service, le béton commençait à se désagréger et l'on dut finalement refaire l'ouvrage presque en entier. M. le professeur Fantoli, de Milan, a saisi ce prétexte pour appuyer sa thèse condamnant l'exécution du barrage à voûtes multiples dans les Alpes, ce dernier étant *trop mince* et par conséquent *trop délicat* pour résister aux intempéries. M. A. Sarrasin, au contraire, démontre que si le barrage du Gem Lake a subi des dommages, c'est qu'il était mal conçu, avec des voûtes trop surbaissées et *trop épaisses*. Il conclut qu'avec une voûte plus cintrée et plus mince, le barrage en question aurait résisté aux intempéries.

La conclusion de M. Sarrasin, qu'il ne suffit pas d'augmenter les dimensions d'un ouvrage pour obtenir un coefficient de sécurité supérieur est très exacte, mais je pense que M. Fantoli n'a, dans le cas particulier, pas complètement tort non plus. Si l'on veut traiter ce problème par le calcul, il faut remonter plus haut et faire intervenir l'état thermique du barrage en fonction de la température ambiante. Il est évident que plus le barrage est mince, plus la température moyenne de l'ouvrage se rapproche de la température ambiante. Par contre, plus l'ouvrage est épais, moins la température intérieure s'abaisse pendant l'hiver. Les mesures de température de ce genre, dont j'ai connaissance, me laissent supposer que malgré la faible épaisseur de 1 m. 20 à la base, la voûte n'a pas subi un refroidissement jusqu'à — 32°. Le voisinage des fondations, le résidu d'eau du lac ont certainement contribué à réduire cette baisse de température. En outre, l'encastrement de la voûte dans sa fondation a diminué le travail de traction et j'estime que ce dernier a été loin d'atteindre les 81 ou 64 kg/cm² donnés dans le *Bulletin technique* numéro 8. Les 23 kg/cm² du couronnement sont déjà plus plausibles.

Notons enfin qu'un barrage très mince est exposé au refroidissement et réchauffement chaque jour, ce qui est bien plus grave que les lentes variations saisonnières d'un barrage plus épais.

Je pense que si l'on faisait intervenir dans le calcul de voûtes de ce genre la température moyenne intérieure en fonction de la température extérieure, on obtiendrait une épaisseur optimum assez élevée. La thèse de M. Fantoli me semble tenir compte qualitativement et d'une manière implicite de ces considérations.

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	D ^r 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.