Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 54 (1928)

Heft: 2

Artikel: Progrès réalisés dans la fabrication des chaux et ciments et leur influence sur l'exécution des maçonneries

Autor: Bolomey, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-41843

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: 07.07.2025

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

Progrès réalisés dans la fabrication des chaux et ciments et leur influence sur l'exécution des maçonneries,

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

(Suite et fin[1].)

Une tendance nouvelle se dessine même pour ces usages restreints de la maçonnerie d'appareil. La pierre de taille est fort coûteuse en raison de la main-d'œuvre que nécessite sa préparation et des longs transports qu'elle exige. De là est née une industrie toute récente, celle de la *pierre artificielle de béton*, qui a un magnifique avenir devant elle. On obtient maintenant des pierres artificielles de n'importe quelles formes et dimensions, supportant des efforts à la compression pouvant atteindre jusqu'à 600 kg/cm², résistant parfaitement à l'usure et aux intempéries et dont l'aspect extérieur imite, souvent à s'y méprendre, celui des pierres naturelles. Grâce à la possibilité de les munir d'armatures lors de leur fabrication elles peuvent acquérir une résistance très élevée à la flexion ou aux efforts obliques et leur liaison avec le corps de l'ouvrage en est grandement facilitée.

Les bâtiments construits à Lausanne ces dernières années, ont fait un large emploi de la pierre artificielle, non seulement pour les soubassements, les encadrements de portes et fenêtres, les marches d'escalier, les motifs architecturaux etc., mais encore sous forme de plots de béton, de voussoirs, de hourdis, de poutrelles, etc., pour la construction du corps même de l'ouvrage.

C'est au point que les carriers, ayant perdu leurs anciens débouchés pour leurs moellons, ont dû transformer leur exploitation et se mettre à préparer du ballast, des pavés, des enrochements.

Cette évolution en cours nous ramènera peut-être un jour au point de départ, c'est-à-dire à la maçonnerie appareillée. Mais ce sera alors une maçonnerie appareillée de pierres artificielles appliquée à des constructions particulièrement légères, hardies, et travaillant à des taux élevés. On l'a déjà vu du reste. Il y a plus de vingt-cinq ans que mon prédécesseur, M. le professeur *Bosset*, alors ingénieur au chemin de fer Jura-Simplon, a construit en blocains de béton les deux beaux passages sous-voie à l'est et à l'ouest de la gare de Lausanne. Ce qui était alors une audacieuse innovation a été appliqué depuis à la construction de nombreuses voûtes de grande portée, aux revêtements de tunnels, etc.

La pierre artificielle permet en effet d'éliminer presque complètement les efforts dus au retrait dont il est si difficile de tenir exactement compte. Elle est en outre relativement économique à cause de la diminution de la consommation de mortier, de la réduction des épaisseurs qu'elle permet de réaliser, de la facilité et de la rapidité de la pose de moellons parfaitement réguliers. Ceux-ci peuvent être préparés pendant la mauvaise saison, ce qui assure un travail régulier et permanent au personnel ouvrier et constitue ainsi un avantage social à ne pas négliger. Cet avantage sera encore plus marqué une fois que les dimensions des principaux éléments constructifs seront standardisées, comme le sont déjà celles des briques par exemple.

* * *

Conjointement avec l'amélioration de la qualité des liants, les méthodes de calcul se sont perfectionnées d'une façon remarquable. On sait maintenant évaluer et tenir compte des déformations élastiques dues aux charges, aux variations de température, au retrait, ce qui a permis de calculer les voûtes et les barrages arqués en tenant compte des efforts complexes d'encastrement, de charges variables, de températures inégales, etc.

Du même coup l'audace des constructeurs s'est donné libre carrière et nous avons vu en Suisse, depuis dix ans, la construction des beaux barrages arqués de Pfaffensprung et de la Jogne, les barrages à gravité de Barberine et de Wäggital, les barrages en béton armé de Massaboden et des Marécottes. En même temps les voûtes se sont élancées, toujours plus hardies et ont atteint l'ouverture de 100 m au viaduc de Langwies, dans les Grisons, et même de 170 m en France au pont de l'Elorn près de Brest, actuellement en construction. Les voûtes conquièrent ainsi un domaine qu'elles avaient dû abandonner aux constructions métalliques ; c'est ainsi que les récents viaducs en maçonnerie de la Paudèze, du Day, du Châtelard, de Grandfey, pour ne parler que de constructions intéressant la Suisse romande, ont tous remplacé d'anciens ouvrages en fer.

Les progrès réalisés dans la fabrication des ciments, comme ceux des méthodes de calcul et des théories de la résistance des matériaux, ont puissamment favorisé la construction en béton armé. Celle-ci, qui était encore dans l'enfance il y a à peine trente ans, s'est développée avec une prodigieuse rapidité et constitue maintenant une véritable spécialité dont l'étude approfondie, et comme corollaire celle des ciments, mortiers et bétons, est aussi nécessaire à un ingénieur-constructeur que celle de la topographie ou que celle de la construction des routes, ponts, chemins de fer, canaux, ou encore que celle de l'aménagement des forces hydrauliques.

Le béton armé s'infiltre partout : il est utilisé non seulement par l'architecte, auquel il est devenu indispensable, mais encore pour la construction de silos, de halles, de murs de soutènement, de canaux, de barrages, de ponts, etc. et même à celle de bateaux. Partout il permet de réaliser d'importantes économies de matériaux et de main-d'œuvre en alliant la légèreté avec l'élasticité et la résistance.

L'œil commence à s'habituer aux lignes nouvelles imposées par l'emploi rationnel du béton armé, en attendant de voir éclore le style 20e siècle mettant en valeur et sachant utiliser harmonieusement ses propriétés.

* * *

Si la fabrication des ciments a pu réaliser des perfectionnements assez accentués pour permettre une modification aussi profonde des méthodes utilisées dans la construction des ouvrages en maçonnerie, le mérite doit en être reporté en grande partie aux recherches patientes effectuées dans les laboratoires d'essai des matériaux. Ce sont celles-ci qui ont permis de déterminer la composition chimique des ciments, d'étudier les réactions qui se produisent lors de la prise et pendant le durcissement et qui enfin, en fournissant les bases nécessaires pour édicter des normes, c'est-à-dire des critères définissant les propriétés que doivent posséder les divers liants, ont rendu possible une classification de ceux-ci sensiblement uniforme dans tous les pays. Les travaux de Vicat, puis ceux de Michaelis, Tetmayer, Candlot, Le Châtelier, etc. déjà cités plus haut, ont grandement contribué à définir les caractères des différents liants et à établir des méthodes scientifiques de contrôle, ce qui a entraîné une émulation salutaire entre les fabriques de ciment, émulation qui serait encore plus efficace si les méthodes de contrôle étaient exactement comparables.

Le rôle d'un laboratoire ne se borne cependant pas à classer les produits de l'industrie et à déterminer leurs propriétés physiques, chimiques et mécaniques. Il doit surtout être outillé pour effectuer des recherches dans les domaines les plus divers, en vue de pouvoir conseiller les fabricants et les consommateurs et préparer ainsi les perfectionnements futurs.

Le ciment reçoit chaque jour des applications nouvelles et se trouve soumis à des actions dont on ne peut toujours déterminer exactement à l'avance toutes les conséquences. Tantôt on cherchera à obtenir un béton amortissant les ondes sonores et mauvais conducteur de la chaleur, d'autres fois il sera exposé à des températures élevées ou au gel, à la sécheresse ou à l'humidité. Les bétons seront parfois soumis à l'action corrosive de substances chimiques contenues dans les eaux, les fumées, les gaz, les liquides divers avec lesquels ils sont mis en contact ; dans d'autres cas les différences de température entre l'intérieur et l'extérieur d'une masse de béton pourront être considérables et surtout très variables. Les bétons pourront être soumis à l'usure, à l'action de charges répétées, à celle de vibrations, etc. Comment les divers ciments supporteront-ils ces actions destructives ?

[1] Voir *Bulletin technique* du 14 janvier 1928, page 1.

Ont-ils tous la même résistance, la même robustesse ? Par quels signes extérieurs perceptibles aux essais normaux pourra-t-on reconnaître ceux qui conviennent le mieux dans tel cas déterminé ?

Il y a là un immense champ de recherches qui n'est encore que très incomplètement exploré. On peut cependant, dès maintenant, affirmer que, de même qu'il y a une grande variété d'aciers dont chacune correspond à un emploi précis, de même chaque ciment a des qualités qui lui sont propres et qu'il faudrait connaître pour l'utiliser rationnellement et pour pouvoir diminuer le coût des constructions tout en améliorant leur résistance.

Tel ciment résistera particulièrement bien au gel par suite de son durcissement rapide, tel autre aura une meilleure tenue aux hautes températures, un troisième riche en chaux libre assurera une excellente protection des aciers du béton armé, un quatrième conviendra pour les constructions exposées aux vibrations en raison de sa haute résistance à la traction. A des conditions différentes d'emploi doivent correspondre des qualités différentes des liants, comme c'est le cas pour les métaux ou les bois.

* * *

Si les progrès de la technique des liants n'ont suivi que de loin ceux de la métallurgie par exemple, c'est que les recherches à effectuer sur les matériaux pierreux sont bien plus complexes que celles sur les métaux et ceci pour les raisons suivantes :

1. Les mortiers et bétons ne sont jamais absolument homogènes et surtout leurs propriétés varient avec la durée du durcissement, le degré d'humidité, la température, les matériaux d'addition (ballast et eau).
2. Les liants ne peuvent être essayés seuls ; il faut les gâcher avec au moins deux corps étrangers : un ballast et de l'eau.
3. En faisant varier les proportions ou les qualités de l'un ou de l'autre de ces corps auxiliaires ou les modes de mise en place et de durcissement, les propriétés du mortier ou du béton seront profondément modifiées.

Comment donc reconnaître l'influence de chacun de ces facteurs ? L'essai normal des ciments tourne la difficulté, sans la résoudre, en prescrivant l'emploi d'un sable spécial, un dosage de ciment et une quantité d'eau de gâchage déterminés, un damage toujours égal, des conditions de température, d'humidité, de durée de durcissement exactement définies. On obtient ainsi des *chiffres* qui, bien que comparables entre eux et sensiblement proportionnels à la qualité des liants examinés, ne renseignent que très incomplètement l'ingénieur sur la résistance qu'il obtiendra avec le béton qu'il met en œuvre.

Le laboratoire doit donc établir des méthodes de contrôle des ciments et bétons exactes, générales et néanmoins suffisamment simples pour pouvoir être appliquées sur le chantier, permettant ainsi à l'ingénieur de vérifier à chaque instant, rapidement et à peu de frais, la qualité de ses constructions.

Pour obtenir ce résultat, en apparence si élémentaire, il faut multiplier les essais de laboratoire, les vérifier et les contrôler continuellement pour éliminer les diverses causes d'erreurs. C'est par dizaines de milliers que se chiffrent les essais effectués par les laboratoires importants. On ne peut en effet se borner à déterminer les propriétés spéciales du liant examiné, il faut aussi connaître celles des ballasts auxquels il sera intimement mélangé.

Ce problème ne se posait pas ou à peine lors de l'emploi de la chaux hydraulique et surtout de la chaux grasse. Par suite des forts dosages utilisés et de la prédominance des phénomènes de carbonatation sur ceux de silicatisation, la pâte liante remplissait facilement tous les vides de n'importe quel sable et, lorsque ce n'était pas le cas, le durcissement en était facilité et accéléré en permettant la pénétration de l'acide carbonique jusqu'au cœur du massif de maçonnerie. Il suffisait donc de disposer d'un sable propre, provenant de roches saines et dures.

La généralisation de l'utilisation du ciment a rendu nécessaire l'étude de la composition granulométrique des ballasts. Les résistances fournies par le ciment étant très supérieures à celles des chaux, les dosages pour les mêmes catégories d'ouvrages ont été réduits, parfois à l'excès ; il en résulte que le volume de la pâte liante n'est souvent pas suffisant pour combler tous les vides du ballast. Pour éviter la formation de nids de gravier ou une exagération de la quantité d'eau de gâchage, si nuisibles à la résistance du béton, il faut, soit utiliser des ciments mixtes obtenus par mélange de ciment et de poudre de pierre, soit, ce qui est préférable, rechercher une composition granulométrique du ballast telle que le volume des vides soit réduit à un minimum afin que, même avec un faible dosage, le béton soit compact, facile à mettre en œuvre, tout en offrant une résistance satisfaisante.

On commence à attacher maintenant une importance presque aussi grande à la qualité du ballast qu'à celle du ciment. Aussi est-il devenu indispensable que les futurs ingénieurs-constructeurs soient familiarisés avec les essais de laboratoire des matériaux pierreux, qu'ils soient orientés sur les méthodes de contrôle généralement utilisées, sur les résultats acquis et sur ceux qui sont encore controversés et, si possible, qu'ils participent eux-mêmes aux recherches de laboratoire, de telle sorte que, leurs études terminées, ils établissent des projets et exécutent des constructions en tenant compte des qualités réelles des liants, pierres et ballasts, tout autant que des possibilités de chantier, c'est-à-dire des installations, de la plus ou moins grande facilité de mise en œuvre et du degré de précision réalisable dans l'exécution.

Le XIe congrès international d'architectes.

Ce Congrès, placé sous le haut patronage de S. A. R. le Prince des Pays-Bas, des Ministres des Beaux-Arts, des Affaires étrangères et des finances, a tenu ses assises à La Haye et à Amsterdam.

Les Congrès précédents s'étaient réunis à Rome, avant la guerre, à Bruxelles en 1922, dans le Palais d'Egmont récemment incendié, et la prochaine session a été fixée à Budapest en 1930.

La majorité des Etats civilisés se sont fait officiellement représenter par des délégations, ainsi que les principales Sociétés d'architecture des différents pays, et la présence de nombreuses personnalités connues par leurs œuvres architecturales a contribué à la réussite de cette manifestation internationale.

Dans ces conditions, les délibérations ont présenté un intérêt particulier. Parmi celles-ci, les normes relatives aux *Concours internationaux d'architecture*, établies précédemment au Congrès de Rome, ont fait l'objet d'une étude nouvelle et approfondie Il a été en particulier exprimé le désir que, pour ce genre de concours, la publication par leurs auteurs des projets primés ne soit pas autorisée, préalablement à l'exposition publique des travaux soumis à l'appréciation du Jury. En outre il a paru indiqué que ces concours, d'un caractère véritablement international, qui exigent une somme de travail considérable et des frais importants de la part des concurrents, soient institués à deux degrés, soit un premier concours d'idées et un deuxième concours permettant de faire un choix plus précis et définitif.

Le dernier grand concours international, qui a eu lieu sur le territoire de la Confédération suisse, est un exemple typique des difficultés qui se sont fait jour en présence du nombre et de la prodigieuse variété des travaux envoyés de toutes les parties du monde. Ces projets, qui ont présenté les conceptions esthétiques les plus diverses et les plus intéressantes, ont fait ressortir le talent et l'enthousiasme de leurs auteurs.

Ces considérations seront portées à la connaissance des gouvernements et des groupements intéressés.

Une autre séance de travail a été consacrée à la *protection légale du titre d'architecte*. Cette protection est déjà officiellement consacrée par l'Espagne, la Hongrie, l'Italie, la Yougoslavie et le Portugal. Elle définit, dans ces pays, les conditions techniques et morales nécessaires pour obtenir le droit de porter ce titre. Il est cependant ressorti de la