

Zeitschrift: Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes
Band: 24 (1898)
Heft: 8

Artikel: Les matériaux de construction suisses
Autor: Gremaud, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-20341>

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: 11.01.2026

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

avoir complété son observation technique, parvient à remonter l'escarpement, suivi par les membres successifs de la ligne. A la suite de cette aventure, une légère corde devint partie oblique de l'outillage de semblables expéditions.

LAUSANNE, octobre 1898.

LES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION SUISSES

par A. GREMAUD

Ingénieur en chef des ponts et chaussées du canton de Fribourg.

Cette étude est empruntée au *Rapport technique sur l'exposition nationale, Genève 1896*, qui vient d'être publié par le Département fédéral de l'industrie.

M. Gremaud était le rapporteur du groupe 32, matériaux de construction. Par la nature même des choses, l'exposition du groupe 32 ne pouvait, à elle seule, donner qu'une idée forcément incomplète de l'état général de cette industrie dans notre pays. Le rapporteur y a suppléé; il s'est livré à une enquête approfondie dont on appréciera la méthode et la sûreté d'informations.

En vue de sa reproduction dans le *Bulletin*, l'auteur a fait subir quelques remaniements au texte primitif.

(Note de la Rédaction.)

I

Aperçu du développement de cette industrie avant l'exposition de Zurich en 1883 et coup d'œil sur son développement depuis cette exposition.

L'industrie des matériaux de construction, comme d'ailleurs la plupart des autres industries, n'a pris de l'importance et de l'extension dans notre pays qu'au fur et à mesure de l'amélioration de nos voies de communication et du développement du réseau de nos voies ferrées¹ et cela non seulement directement, c'est-à-dire en facilitant le transport des matériaux lourds comme ceux de construction, mais encore indirectement en provoquant la création de nombreux établissements et installations industriels.

Si, en France, en Belgique et en Allemagne l'industrie des matériaux de construction s'est développée de bonne heure, il faut en attribuer la cause aux nombreux canaux et rivières navigables qui sillonnent ces pays et qui permettent d'effectuer les transports à bon marché.

D'autre part, l'établissement des chemins de fer, en favorisant la création de nouvelles industries, modifia considérablement le mode de construction. Aux constructions massives, en bois et en maçonnerie ordinaire à la chaux grasse, furent peu à peu substitués le fer, le ciment et les matériaux artificiels.

Mais l'emploi en grand de ces matériaux coûteux engagea les ingénieurs et les constructeurs à étudier la réduction des dimensions des ouvrages à des proportions aussi économiques que possible tout en restant dans les limites de sécurité voulue.

Cette étude les amena à examiner de plus près les propriétés physiques et chimiques des matériaux de construction et surtout leur résistance à la rupture et à l'écrasement, ainsi que leur degré d'altération sous l'influence des agents atmosphériques.

¹ Voir *Journal officiel de l'exposition nationale de Genève*, les articles intitulés : « Développement technique des chemins de fer suisses, » par C. Barbey, et « L'extension de nos chemins de fer de montagne depuis 1883, » par E. Tissot.

Pendant longtemps on ne s'est que peu et même souvent pas du tout préoccupé de ces questions. Les ingénieurs et les constructeurs se servaient de coefficients et autres données tirés d'ouvrages traitant de produits étrangers à la Suisse et qui n'étaient ainsi nullement applicables à nos matériaux de construction. Sans doute, des ingénieurs et des constructeurs ont fait pour leur compte des essais, mais ces essais, exécutés au moyen de méthodes et d'appareils primitifs, ne devaient naturellement pas donner des résultats bien concluants. Parmi ces procédés, nous citerons les machines rudimentaires employées dans les tréfileries pour essayer les fils de fer à la rupture. Dans d'autres usines (fabrique de ciment, par exemple) on employait aussi des moyens plus ou moins primitifs pour s'assurer de la résistance des produits fabriqués. Il en était de même de l'exploitation des carrières et de la fabrication des matériaux artificiels tels que chaux, tuiles, tuyaux et briques. Les procédés et les méthodes basés sur la routine et ne s'appuyant sur aucune donnée scientifique, ne donnaient que des résultats insuffisants. La qualité de la matière première laissait souvent à désirer.

On se servait également de moyens indirects ou empiriques pour s'assurer de la résistance d'une construction. On confectionnait un modèle de l'objet à construire à une échelle déterminée et on le soumettait à une charge correspondante à l'échelle du modèle. A l'exposition du groupe 33, on voyait un modèle de ce genre représentant un ancien pont en bois construit à l'échelle de 1 : 25. Sur l'un des supports en bois servant de culée, on lisait l'inscription curieuse suivante : « Le pont-modèle porte « entre les deux culées trois cents livres, » 1896 » (année).

C'est encore la construction des chemins de fer et les industries modernes avec leurs nombreuses machines et installations qui provoquèrent à un autre point de vue une étude plus approfondie des propriétés physiques et chimiques des matériaux de construction, en ce sens que les matières premières soumises à des efforts continuels et répétés devaient amener souvent des déformations et des ruptures dans les pièces des machines et des appareils.

C'est à l'initiative de M. le Dr Schmidlin, ancien directeur du chemin de fer du Central, qu'on doit les premiers efforts faits en vue d'une étude plus approfondie des matériaux de construction. Il organisa en 1865 à Olten, avec le concours de géologues et de techniciens, une exposition permanente de modèles et d'échantillons de matières premières.

En 1866, une première machine d'essais, d'après le système Werder, fut installée à Olten et fonctionnait sous la direction de M. le Dr Culmann, professeur au Polytechnicum. Elle fonctionna jusqu'en 1871. Environ 437 essais furent faits pendant cette période sur du matériel de chemins de fer et de ponts métalliques et sur les pierres naturelles et artificielles qu'on avait envoyées des différentes contrées de la Suisse.

A l'occasion de l'exposition universelle de Paris, la première machine fédérale d'essais fut installée en 1877 dans un local de la ville de Zurich pour essayer les échantillons de pierre que la Société suisse des ingénieurs et architectes avait pris l'initiative d'exposer à Paris.

En 1879, la machine fédérale d'essais fut installée dans un

bâtiment construit à cet effet près des ateliers de la Compagnie du Nord-Est et à partir du 1^{er} janvier 1880, elle fut, comme établissement fédéral, annexée au Polytechnicum, sous l'intelligente direction de M. le professeur Tetmajer.

Le nouvel institut permit de faire, pour l'exposition nationale de Zurich en 1883, de nombreux essais sur nos différents matériaux de construction. Les résultats de ces essais sont consignés dans les comptes rendus (cahiers I et II) publiés en 1884 par M. le professeur Tetmajer et dans le rapport sur le groupe des matériaux de construction de l'exposition de Zurich par M. Rob. Moser, ingénieur en chef.

Depuis l'exposition nationale de Zurich, une vive impulsion fut donnée à la plupart de nos industries. L'industrie des matériaux de construction est peut-être celle qui a le plus bénéficié de ce mouvement réjouissant, grâce au développement énorme qu'ont pris les établissements industriels et les voies ferrées.

Les constructions en fer, l'usage et l'emploi du béton sous toutes ses formes, et, dans beaucoup de cas, les deux produits combinés, semblent caractériser cette période de l'activité industrielle de notre pays.

A ces produits principaux sont venus s'ajouter d'autres produits secondaires et accessoires tels que les briques cuites ou séchées, tuyaux de ciment, tuiles, etc.

La fabrication des briques a surtout pris un grand développement. Les nombreuses briquetteries existantes et celles établies depuis ne suffisent plus aux besoins de la consommation.

Mais ce qui a fait faire un grand pas à l'industrie des matériaux de construction, et qui a, dans une large mesure, contribué à son développement, c'est l'extension réjouissante et du plus haut intérêt qu'a prise le laboratoire d'essais à Zurich sous l'habile et intelligente direction et l'infatigable activité de M. le professeur Tetmajer.

A partir de 1889, un bâtiment spécial fut construit près de l'Ecole polytechnique et pourvu des machines et des installations nécessaires à l'essai des différents matériaux de construction, tels que pierres, ciment, briques, métaux, bois, etc.

Les résultats obtenus par cette institution sont déjà très réjouissants, mais ils deviendront encore plus importants lorsque les techniciens et les constructeurs lui prêteront leur concours efficace. Malheureusement cette institution, destinée à déterminer d'une manière exacte la valeur des matériaux de construction et, dans certains cas, à découvrir les fraudes commises par les fabricants, n'est pas appréciée à sa juste valeur. Elle a eu et elle a encore ses détracteurs. Le tableau ci-après résumant les essais faits au laboratoire fédéral dans la période de 1880 à 1885, donne une idée de l'activité déployée par cette institution. Dans ce tableau ne figurent pas les nombreux essais faits à l'occasion de l'exposition de Genève.

| ANNÉE | Pierres à bâti. | Matériaux de liaison. | Bois de construct. | Métaux. | Cordes et courroies de transm. | Divers. | TOTAL |
|--------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|---------|--------------------------------------|---------|---------|
| 1880 | 13 | 324 | — | 188 | — | — | 525 |
| 1881 | 132 | 357 | — | 322 | 8 | — | 819 |
| 1882 | 2 | 5 697 | — | 391 | 34 | — | 6 124 |
| 1883 | 1 612 | 3 718 | 666 | 354 | 32 | 44 | 6 426 |
| 1884 | 117 | 7 429 | 24 | 371 | 18 | — | 7 959 |
| 1885 | 460 | 5 849 | 25 | 915 | 81 | 40 | 7 370 |
| 1886 | 86 | 10 783 | — | 716 | 29 | 49 | 11 663 |
| 1887 | 247 | 5 332 | 23 | 1 293 | 11 | 58 | 6 964 |
| 1888 | 212 | 11 981 | 86 | 1 024 | 17 | 202 | 13 522 |
| 1889 | 294 | 11 793 | 12 | 1 064 | 14 | 211 | 13 588 |
| 1890 | 175 | 6 198 | — | 1 748 | 540 | 217 | 8 878 |
| 1891 | 207 | 8 044 | — | 2 077 | 401 | 176 | 10 905 |
| 1892 | 265 | 7 800 | — | 2 513 | 135 | 174 | 10 887 |
| 1893 | 282 | 16 287 | — | 3 711 | 917 | 451 | 21 648 |
| 1894 | 342 | 21 241 | 65 | 4 898 | 854 | 513 | 27 913 |
| 1895 | 5 493 | 17 435 | 174 | 4 810 | 567 | 903 | 29 382 |
| <i>Total</i> | 9 939 | 140 268 | 1 075 | 26 595 | 3 658 | 3 038 | 184 573 |

En 1895, des essais furent faits pour s'assurer comment les ardoises se comportent sous l'influence des agents atmosphériques après un certain temps et cela en tenant compte de leur provenance, de la date à laquelle elles ont été employées et de quelle contrée de la Suisse elles ont été tirées.

Des essais sur les gisements suisses d'argile sont aussi à l'étude. Ces essais seront d'une haute importance et d'une

grande utilité, car la plupart des produits de nos tuileries et briquetteries se fabriquent avec de la matière première souvent peu recommandable.

Un autre progrès dans l'industrie des matériaux de construction consiste dans la formation d'une société internationale pour l'unification des méthodes d'essais de matériaux de construction, société qui a tenu ses assises à Zurich en sep-

tembre 1895 sous la présidence de M. le professeur Tetmajer. Cette unification des méthodes d'essais était désirée depuis longtemps, car les produits importés, et surtout les fers, sont souvent livrés avec des coefficients de résistance autres que ceux usités dans notre pays, ce qui peut, dans certains cas, donner lieu à des mécomptes regrettables.

Enfin, nous signalerons encore les épreuves de charge jusqu'à rupture, exécutées sur quelques anciens ponts, entre autres :

sur celui de Wolhusen, ligne de Berne à Lucerne, faites en avril 1894 et dont les résultats ont été publiés par M. Schüle, ingénieur du contrôle fédéral des ponts, dans le volume XXV de la *Bauzeitung* ;

sur un pontceau de 5 à 6 m. de portée, réseau de l'Union suisse, essayé à Coire ;

sur celui de Mumpf, sur la ligne de Brugg à Bâle, épreuves commencées en 1896.

Nous recommandons aussi à nos lecteurs l'intéressant article de M. Elskes, ingénieur, sous le titre : « Pathologie des constructions métalliques, » paru dans le *Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et architectes* de 1897.

II

Etude des principaux matériaux de construction de la Suisse.

Dans cette étude, nous grouperons les principaux matériaux de construction comme suit : 1° les pierres naturelles ; 2° les matériaux artificiels ; 3° les métaux ; 4° les bois ; 5° divers.

1° LES PIERRES NATURELLES

Malgré l'emploi toujours plus grand du fer, du béton et des briques, l'exploitation des pierres naturelles n'a pas chômé et a encore bénéficié du développement considérable qu'a pris ces dernières années l'industrie du bâtiment. Dans les contrées riches en bons matériaux naturels et où de bonnes voies de communication font défaut, on se sert toujours des matières premières qu'on a sous la main.

Nous devons mentionner le fait que le ciment tend un peu partout à remplacer la pierre de taille, surtout dans la construction du bâtiment. Est-ce un progrès ? Nous répondrons affirmativement pour les contrées où de bons matériaux naturels font défaut et moyennant que le travail soit exécuté dans les conditions requises et avec du ciment de bonne qualité, mais malheureusement ce n'est pas toujours le cas. Par contre, dans les contrées où l'on trouve de la bonne pierre à bâtir, on doit donner la préférence à cette dernière.

Il en est de même de la construction des ponts. On a une tendance à vouloir exécuter à tout prix des ponts métalliques, alors qu'on a sous la main, pour leur exécution, d'excellentes pierres. M. l'ingénieur en chef Moser a écrit à ce sujet dans la *Bauzeitung* (vol. XXV, 1895), un article plein d'à-propos et que nous recommandons aux méditations des ingénieurs, des constructeurs et des autorités.

Le perfectionnement de l'outillage et des appareils, l'emploi des explosifs puissants, l'application de l'électricité au tirage des mines, l'établissement de raccords industriels aux voies ferrées et de câbles aériens, l'emploi de voies ferrées dans

l'intérieur des carrières, toutes ces mesures et ces innovations ont, sans aucun doute, fait faire un grand pas dans l'exploitation des carrières ; mais dans beaucoup de cas les procédés employés sont encore bien primitifs. Il y a sous ce rapport, bien des progrès à réaliser encore, surtout en ce qui concerne l'abattage ; il arrive fréquemment, par exemple, pour la pierre de taille (marbre et molasse), que les explosifs fournissent des blocs irréguliers et brisent la roche ou au moins y produisent des fissures, alors que le but de l'exploitation est d'obtenir des blocs parfaitement sains et de forme parallélépipédique.

Pour éviter les accidents ainsi que les effets brisants résultant de l'emploi d'explosifs, on tire en Angleterre dans certains cas les mines à la chaux vive. A cet effet on fabrique des cartouches de chaux vive de 65 à 70 mm. de diamètre qu'on soumet à une pression de 40 000 kg. La cartouche, placée dans un cylindre métallique muni d'ouvertures, est introduite dans le trou de mine. Au moyen d'une presse hydraulique on pompe de l'eau dans la cartouche. La vapeur d'eau, dont la tension est évaluée à 250 atmosphères, fait sauter la roche sans trop la briser. Il est, en outre, à noter que ce procédé est très économique.

Dans quelques carrières, entre autres à Saillon en Valais et à Saint-Triphon, on fait usage avec succès de l'appareil à fil hélicoïdal de M. Wilmar, formé de trois fils de fer ou d'acier doux de 6 mm. de diamètre chacun, tressés en un toron de manière à former une longue corde. Cet appareil permet de débiter des blocs et d'exploiter la roche en place. Quant aux procédés employés dans l'exploitation des carrières, nous renvoyons nos lecteurs au *Journal de l'Association internationale pour l'essai des matériaux*, Nos 11, 12 et 18 (1896), « Sciage des roches et extraction en carrières au moyen de l'appareil à fil hélicoïdal. »

Nous devons encore signaler parmi les perfectionnements apportés dans l'exploitation des carrières, le pont-roulant qui vient d'être établi dans les importantes carrières de marbre noir de Saint-Triphon. Cet appareil de levage et de transport est unique en son genre en Suisse et on n'en trouve guère d'analogue que dans les exploitations de marbre les plus réputées de la Belgique. Il rappelle le pont roulant (belvédère roulant) de l'exposition de Genève, avec cette différence qu'en dehors de la travée principale (voie) de 30 m. entre les piliers, il existe de chaque côté une partie en encorbellement, l'une de 7^m60 et l'autre de 9^m80 qui permettent au treuil roulant de desservir latéralement un plus grand espace ¹.

La voie est formée, de chaque côté, de deux doubles rails juxtaposés, sur lesquels roulent, au nombre de deux par pilier, les galets d'acier fondu qui supportent les piliers et permettent à l'énorme engin de se déplacer avec sa charge sans trop de frottement. La grue est en effet capable d'élever et de déplacer, sans fatigue, des charges pouvant atteindre jusqu'à 30 tonnes. Le jour de la réception officielle, la charge d'essai a même été portée à 35 tonnes environ ; elle était constituée par un bloc unique d'une taille exceptionnelle, car il mesurait plus de 2 m. en largeur et en hauteur et de 3 m. en longueur. En service

¹ Ces deux ponts-roulants ont été construits par les Ateliers de construction mécanique de Vevey et la Compagnie de l'Industrie électrique de Genève, en collaboration.

(Note de la Rédaction.)

courant, il n'est point rare de voir l'appareil enlever allègrement dans les airs un wagon entier avec sa charge normale de 10 à 15 tonnes et le déposer doucement sur la voie qui raccorde la carrière avec la ligne ferrée.

La commande du pont roulant est électrique. Elle comporte la présence de quatre moteurs à courant continu, alimentés par la station centrale récemment installée sur la Grande-Eau à Vuargny (Société des forces motrices de la Grande-Eau à Aigle) : un moteur pour le levage des charges, un second pour le déplacement du treuil roulant le long du pont, les deux autres, exactement pareils entre eux, pour le déplacement du pont entier sur sa voie.

Avec une consommation totale de 15 à 20 chevaux, les vitesses des diverses manœuvres peuvent atteindre les valeurs suivantes :

| | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Levage de la charge | 0 ^m 75 à la minute. |
| Déplacement le long du pont . . | 6 ^m 70 » |
| Déplacement le long de la voie . | 8 ^m 55 » |

Nous allons examiner plus spécialement les pierres naturelles et nous comprendrons dans cet examen : a) les roches primitives, b) les calcaires, c) les gypses, d) les grès, e) les tufs.

a) *Roches primitives*. Parmi les roches primitives, ce sont les granits et les schistes (ardoises) qui fournissent les matériaux les plus utiles et les plus employés dans les constructions.

Depuis quelques années, il est fait chez nous un grand usage de granit tiré en bonne partie des carrières des cantons du Tessin, du Valais et d'Uri. Il est aussi exploité un peu partout dans le plateau suisse sous forme de blocs erratiques. Une exploitation en grand de ce genre se trouve à Monthey en Valais, où le glacier du Rhône a déposé une quantité considérable de ces blocs sur les flancs de la montagne.

Il existe en Suisse environ 42 carrières de granit se répartissant comme suit par cantons : Tessin 19, Grisons 7, Uri 6, Valais 5 Schwyz 2, Berne 1.

Les carrières les plus importantes sont : celle de Wasen (Uri) qui exploite annuellement de 8 à 10 000 tonnes, celle de Reuss (Uri) 5 000 tonnes, celle du Valais entre Monthey et Collombey 5 à 6 000 tonnes.

L'usage du granit dans les diverses constructions tend de plus en plus à se généraliser. Malgré nos nombreuses carrières, nous sommes encore tributaires de l'Italie (carrières de Baveno).

Les ardoises sont exploitées sur plusieurs points de la Suisse : Berne 16 carrières, produit annuel 3500 tonnes ; Valais 7, Glaris 4, Grisons 3, Saint-Gall 1, Uri 1, Unterwald 1 ; les principales ardoisières se trouvent dans les cantons de Glaris et du Valais. La plupart de ces ardoisières ne sont exploitées que comme couvertures de toits. Le laboratoire fédéral à Zurich a déjà fait des essais sur des anciennes ardoises ; il importe aussi de savoir comment ces matériaux, après un certain laps de temps, se comportent sous les influences atmosphériques.

b) *Calcaires*. Le calcaire est la pierre qu'on trouve en plus grande abondance en Suisse. Aussi existe-t-il près de 272 carrières exploitées d'une manière plus ou moins permanente et avec des procédés plus ou moins perfectionnés. Ce sont les

cantons de Berne, Soleure, Argovie, Vaud, Valais et Fribourg, qui possèdent le plus grand nombre de ces carrières. Elles nous fournissent les calcaires à chaux et à ciment, les calcaires ordinaires, les marbres de différentes nuances et enfin les cipolins du Valais.

c) *Gypses*. Les gypses sont assez abondants en Suisse. On les rencontre dans les cantons d'Argovie, Vaud, Bâle, Soleure, Fribourg, Schaffhouse, Berne, Valais, Tessin, Unterwalden.

Les gypses sont surtout employés pour la fabrication du plâtre et des engrais chimiques. On fabrique en outre des briques et des planches avec des roseaux et du plâtre. Mais nous pourrions encore tirer un meilleur parti de ce produit et ainsi être moins tributaires de l'étranger.

On pourrait aussi utiliser certains gisements de gypse comme matériaux de décoration en lieu et place de l'albâtre.

d) *Les grès*. Les grès sont très répandus en Suisse. Environ 240 carrières sont plus ou moins exploitées. Voici quelques données sur la production annuelle des carrières de grès :

| | |
|--------------------|-------------------------|
| Saint-Gall | 40 000 m ³ . |
| Appenzell | 3 000 » |
| Fribourg | 5 000 » |

La grande carrière de molasse d'Ostermundigen, près de Berne, a fourni depuis 1883 à 1896, 89 500 m³, soit 5000 annuellement, dont 65 m³ exportés.

Les grès, qu'on subdivise en grès tendre (molasse) et grès dur (grès proprement dit), sont très variables dans leurs propriétés physiques et chimiques.

Beaucoup de grès ne sont pas recommandables pour les constructions à ciel ouvert ; ils se délitent facilement, surtout ceux à teinte bleuâtre, de nature argileuse.

Dans l'intérieur des constructions, comme dallage, marches d'escaliers, ce sont d'excellents matériaux et il est regrettable qu'ils soient trop souvent supplantés par le ciment.

Les grès durs et surtout ceux de la formation du flysch devraient être plus souvent utilisés comme pavés, car ce sont les meilleurs matériaux pour ce genre de travail. Nous citerons à ce propos l'exploitation du grès du flysch dans la vallée du Lac-Noir à 15 kilomètres de Fribourg et utilisé au pavage des rues de la Chaux-de-Fonds et de Berne.

e) *Tuf*. Il existe beaucoup de gisements de tuf en Suisse, mais comme les dépôts sont peu considérables et se trouvent dans des endroits souvent inaccessibles, quelques-uns seulement sont exploités d'une manière plus ou moins permanente.

Le tuf est un excellent matériel de construction grâce à sa légèreté, à sa résistance relativement grande et à sa porosité ; mais les produits artificiels, tels que les briques, cuites ou en ciment, lui ont fait une grande concurrence et aujourd'hui le tuf n'est utilisé qu'à proximité de son exploitation. Le tuf était surtout employé dans les maçonneries exposées à l'humidité : dans les bâtiments d'exploitations rurales, et dans les fondations et les soubassements des édifices.

Il existe en Suisse environ 50 carrières de tuf, dont beaucoup ne sont plus exploitées.

Les principales carrières de tuf sont : celles du canton de Saint-Gall qui livrent annuellement 450 m³ ; dans le canton de Fribourg, celle de Corpataux à 10 km. au sud de Fribourg qui appartenait autrefois au Gouvernement et qui alimentait

le pays en pierre à bâtir. Les anciens monuments et la plupart des ponts en pierre de cette époque ont été construits en tuf. Les soubassements des piles du grand viaduc de Grandfey sont également en tuf. Durant les dix dernières années, il a encore été exploité 14 000 m³ de tuf. Dans le canton du Tessin, on exploite à Cantone une carrière qui fournit à l'Italie environ 100 m³ par an de tuf décoratif.

Dans le canton des Grisons, on exploite près de Tarasp un tuf qui diffère des tufs communs en ce qu'il est tout à fait compact. C'est une pierre très tendre qu'on peut comparer pour la facilité de la taille, aux calcaires urgoniens du Jura bernois.

Le tuf, d'après ses qualités, devrait être plus apprécié comme pierre à bâtir, mais son prix de revient est trop élevé et cela pour deux motifs : l'exploitation se fait par des procédés par trop primitifs et les moyens de transport font défaut. Il faudrait qu'on vint par des subsides en aide à l'initiative privée dans l'exploitation des grands gisements de tuf afin que cette excellente pierre puisse rivaliser avec les produits artificiels. Le tuf, grâce à sa légèreté, pourrait aussi devenir un article d'exportation important pour l'exécution de travaux spéciaux et comme matériaux décoratifs.

20 LES MATÉRIAUX ARTIFICIELS¹

On peut diviser les matériaux artificiels en deux groupes : ceux à base de chaux, soit les chaux et les ciments et ceux à base d'alumine, soit les briques diverses, les planelles, tuiles, en un mot les produits de la céramique.

a) LES CHAUX ET LES CEMENTS.

L'industrie des chaux et des ciments s'est considérablement développée depuis l'exposition nationale de Zurich en 1883, grâce au progrès de la chimie, aux perfectionnements introduits dans les recherches des résistances obtenues et à l'énergie d'une élite d'industriels. Nous avons pu voir les capitaux affectés à cette branche de l'activité nationale généralement bien récompensés. Pour arriver à lutter avec les produits étrangers, nous devons faire en sorte de livrer ces produits dans de bonnes conditions de prix de revient.

En ce qui concerne la fabrication de ces produits, nous avons quelques bonnes carrières, mais cependant, pour la chaux, nous n'avons pas les facilités des usines concurrentes. Les transports par nos chemins de fer sont très coûteux malgré la bonne volonté que quelques compagnies ont mise à réduire certains tarifs.

Quant aux ciments nous obtenons des produits vraiment remarquables et qui permettent d'entreprendre des travaux très importants. Il y a de ce fait un essor énorme dans la fabrication du ciment.

Il est à remarquer que dans certains pays voisins, les ingénieurs préfèrent toujours employer de forts dosages, c'est ce qui explique la grande consommation de chaux et de ciment.

Il est plus avantageux d'employer des produits mieux fabri-

¹ Nous avons utilisé pour la rédaction de notre rapport, les notes que M. l'ingénieur Buttica, directeur des services industriels de la Ville de Genève et membre du Jury, a mis obligeamment à notre disposition en ce qui concerne le ciment, l'imprégnation des bois et la statistique des matériaux de construction.

qués, plus sûrs, comme le ciment artificiel et pouvant travailler à de forts coefficients.

L'introduction des constructions en fer et béton a également donné un développement important aux usines de ciment.

En Suisse, nous avons réussi à développer cette branche de fabrication dans des proportions énormes. Chaque année voit se créer une ou plusieurs usines qui se développent rapidement.

Les procédés de vérification font chaque jour des progrès considérables. Il y a environ dix ans, pour reconnaître une bonne qualité de chaux et de ciment, on se contentait de déterminer sa résistance à l'écrasement ; quant à la fixité du produit, on attendait que le temps lui-même eût produit son effet.

Une des grandes difficultés que les fabricants ont encore à vaincre est celle de la fixité du produit. Il ne sert à rien en effet d'avoir, à un moment donné, de brillants résultats comme résistance, si ce résultat n'est pas durable. Pendant de nombreuses années, la consommation du ciment est restée stationnaire parce que les consommateurs ne pouvaient pas compter sur un produit uniforme.

Il faut que nos fabriques s'appliquent à obtenir un produit uniforme. C'est là le point capital ; nous avons la satisfaction de constater que nos industriels s'y sont appliqués et que les essais journaliers relevés sur des livraisons faites sont conformes à ce qui était annoncé.

L'eau et l'acide carbonique, en provoquant des invariabilités de volume des ciments, peuvent entraîner la ruine de travaux exécutés avec des ciments de qualité nettement défectueuse.

Les procédés actuels relatifs à l'invariabilité de volume, en moulant le ciment en larges galettes amincies sur les bords et en les exposant à l'air, à l'eau, à la chaleur, etc., permettent de découvrir, seulement après un temps assez long, les produits défectueux qui sont signalés par des désagréments plus ou moins complètes de l'échantillon.

Aujourd'hui, grâce à la découverte de M. Tetmajer, il est possible de reconnaître dans le 24 heures si le produit est fixe, ce qui a encore pour les constructeurs plus d'importance que la résistance.

Pour arriver à obtenir plus rapidement les résultats désirés, M. Tetmajer propose d'employer les essais à la chaleur qui donnent en moins de six heures des résultats concluants.

Ces essais qui activent les réactions chimiques consistent dans les essais au four, les essais à la chaleur rouge et les essais à la cuisson.

Aujourd'hui, on utilise le ciment Portland artificiel dans des conditions avantageuses, par exemple : pour les travaux en ciment armé dont les principales dispositions sont celles de MM. Monnier et Hennebique. Un grand nombre d'autres ingénieurs ont également apporté des variations à ces deux principaux systèmes.

On peut obtenir de grandes dalles, des tuyaux de grand diamètre. Par le procédé Hennebique, il se construit de grands bâtiments tout en fer et béton.

Avec le système de bétonnage, les délais de construction de ponts, par exemple, sont considérablement réduits. M. de Leibrand a fait construire récemment un pont de 4 travées de 38 m. d'ouverture et de 5^m50 de flèche. L'épaisseur des voûtes à la clef est de 0^m86 et aux naissances, de 0^m90 seulement.

Les articulations à la clef et aux naissances sont formées au moyen de plaques de plomb de 15×2 cm., enserrées par les pierres de taille. Le bétonnage de 4 voûtes a été fait en 10 jours. Le procédé employé pour éviter les tassements est le même que celui qui a été utilisé au pont de la Coulouvrenière à Genève, à savoir, bétonnage sur toute la largeur du pont par voussoirs pairs. Le coefficient de travail est de 20 kg. par cm^2 à la clef et 30 kg. aux points de rupture. Les dosages ont été 1 : 2 $\frac{1}{2}$: 5 pour ces derniers et de 1 : 3 : 6 pour les naissances. Il a été fait usage de bétonnières horizontales à boulets et la durée de malaxage a été de 8 minutes.

Avec le ciment Portland, on peut maçonner à une température de 10° au-dessous de zéro avec la seule précaution de faire chauffer l'eau employée pour le gâchage. Si la température ne descend pas au-dessous de 2° ou 3° , il n'y a aucune disposition particulière à prendre. L'emploi de la chaux en hiver est toujours dangereux.

Dans tous les travaux hydrauliques, il faut faire usage de ciment Portland artificiel si l'on veut obtenir de bons résultats.

Relativement à l'influence de la température sur la durée de prise avec du ciment prompt, cela peut varier de 4 à 17 minutes selon que la température varie de 30° à 10° C.

Les bétons de ciment ont également été essayés au point de vue de la conductibilité électrique. Le degré d'isolement varie avec la quantité de sable qui entre dans la composition du béton. Le béton maigre est plus isolant, il faut donc employer de faibles dosages. L'isolement diminue rapidement s'il y a de l'humidité. Il y aurait donc lieu dans la construction des tramways à fondation en béton et avec utilisation d'un rail pour le courant en retour, d'isoler le rail, en plaçant entre ce dernier et le béton des fondations, une matière isolante.

Les essais faits sur le degré d'élasticité du mortier de ciment ont démontré que cette élasticité augmente avec la quantité de sable et cela à partir de la proportion de 1 de ciment pour 1 $\frac{1}{2}$ de sable. Avec cette dernière proportion, le degré d'élasticité est un minimum. Le coefficient d'élasticité du ciment pur correspond à peu près à celui obtenu avec un mélange de 1 de ciment pour 3 $\frac{1}{4}$ de sable. Ceci nous prouve que pour obtenir un bon mortier de ciment, il ne suffit pas, comme on le croit communément, d'employer beaucoup de ciment ¹.

On a aussi étudié la quantité d'eau nécessaire à la fabrication d'un bon mortier de ciment. Voici les résultats obtenus :

Pour un mélange de 1 de ciment pour 3 de sable :

| | |
|---|------------------|
| 1 ciment à 25 $\frac{0}{10}$ d'eau | 25 |
| 3 de sable à 7 $\frac{0}{10}$ d'eau | 21 |
| 4 mortiers | 46 |
| 1 mortier | 11 $\frac{1}{2}$ |

Pour un mélange de 1 de ciment pour 2 de sable :

| | |
|---|----|
| 1 ciment à 25 $\frac{0}{10}$ d'eau | 25 |
| 2 de sable à 7 $\frac{0}{10}$ d'eau | 14 |
| 3 mortiers | 39 |
| 1 mortier | 13 |

Donc plus le mortier est maigre, moins il faut d'eau.

¹ Les matériaux de construction : *Journal de l'Association internationale pour l'essai des matériaux*, 1^{re} année, N° 12.

(A suivre.)

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

PRESCRIPTIONS

CONCERNANT LES INSPECTIONS DE L'INSPECTORAT TECHNIQUE DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES ¹.

ARTICLE PREMIER. L'inspecteur avisera les abonnés, quelques jours d'avance, de sa visite à leur installation.

ART. 2. Les abonnés tiendront à disposition de l'inspecteur le personnel nécessaire pour l'accomplissement de sa tâche et l'accompagneront en personne ou le feront accompagner par un délégué pendant la durée de l'inspection.

ART. 3. Les abonnés sont invités à remettre à l'inspecteur un mémoire indiquant les points sur lesquels ils désirent d'une manière spéciale avoir son avis.

ART. 4. L'inspecteur doit dans ses visites contrôler avant tout l'observation des « Mesures de sécurité » adoptées par l'Association suisse des électriciens.

Dans ses visites aux stations centrales, il prendra connaissance du règlement de service et pourra, toujours en présence de l'abonné ou de son délégué, interroger le personnel pour s'assurer que celui-ci possède, au point de vue de la manipulation des machines, des appareils et des conduites, une instruction suffisante pour éviter les accidents et pour prendre les mesures nécessaires au maintien de la sécurité de l'installation.

L'inspecteur visitera les lignes aériennes sur toute leur longueur ou au moins sur la plus grande longueur possible, et donnera surtout son attention aux points suivants :

Traversées de routes,
Trajets le long des routes,
Croisements de chemins de fer,
Dérivations et angles vifs.

Les stations de transformation seront toutes visitées, ainsi que les moteurs recevant le courant à haute tension. Il sera porté une attention spéciale à ce que les conduites à haute tension soient convenablement séparées de celles à basse tension.

Dans les installations à basse tension, il sera donné une attention spéciale aux dangers d'incendie, et pour les batteries d'accumulateurs à la ventilation.

ART. 5. Dans les installations de tramways l'on examinera spécialement l'isolement du fil de contact et la résistance du circuit de retour, lorsque les conduites d'eau ou de gaz se trouveront dans le voisinage.

ART. 6. Aussitôt après l'inspection, l'inspecteur dressera sur place un procès-verbal des points réclamant des changements urgents et donnera à l'abonné copie de ce procès-verbal.

Un rapport détaillé sur les résultats de l'inspection sera communiqué par écrit à l'abonné au plus tard 2 semaines après l'inspection.

ART. 7. L'inspecteur évitera de manifester son opinion au sujet du matériel employé dans les installations, autant que celui-ci n'a pas de relations avec les « Mesures de sécurité à observer dans l'exécution et l'exploitation des installations électriques. »

Les abonnés sont invités à transmettre par écrit à la Commission de surveillance, par l'intermédiaire de l'inspecteur, les modifications qu'ils désireraient voir introduire aux dispositions recommandées par les « Mesures de sécurité, » en indiquant les raisons qui leur font considérer comme utiles ces modifications. Les abonnés sont également invités à communiquer à la Commission de surveillance toute expérience intéressante ayant rapport aux « Mesures de sécurité.

ZURICH, le 22 novembre 1897.

Inspectorat technique des installations électriques :

LA COMMISSION DE SURVEILLANCE.

¹ Voir le Règlement de l'Inspectorat des installations électriques, Bulletin, page 93.