Objekttyp: **Miscellaneous**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **57 (1931)**

Heft 3

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

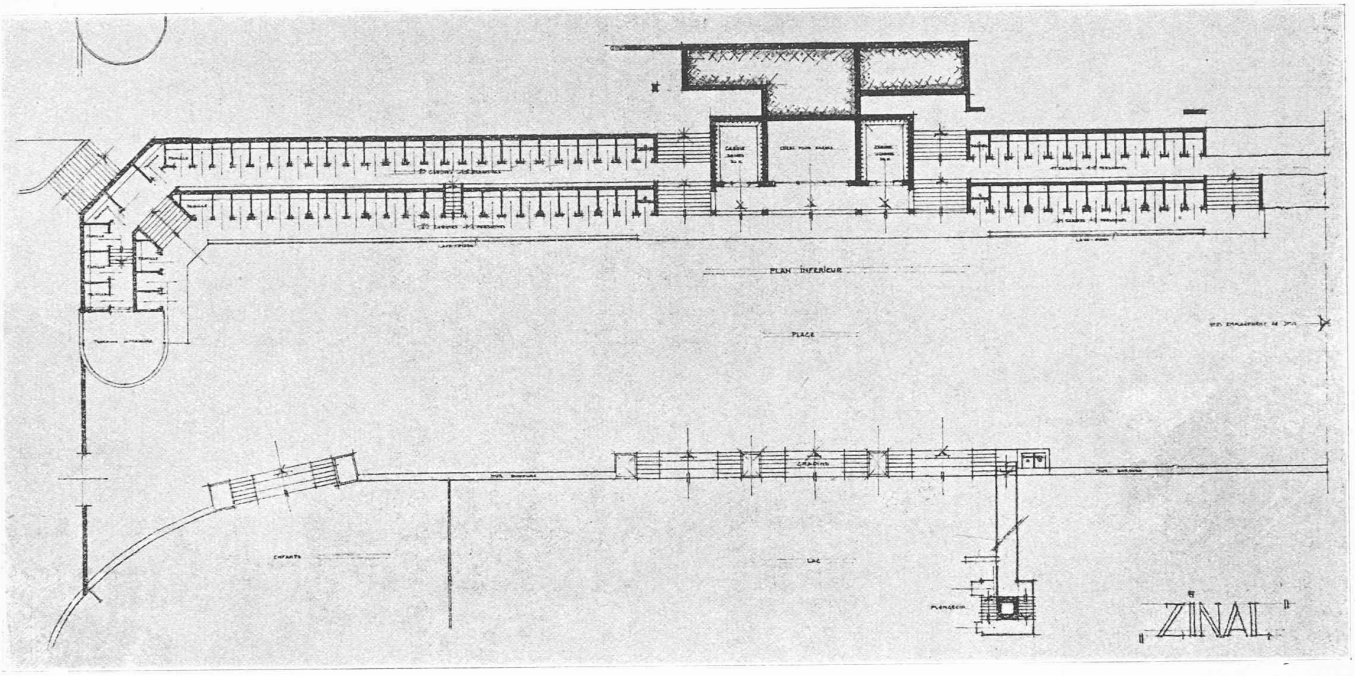
Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

CONCOURS POUR LA PLAGE DE GÉRONDE (SIERRE)



Plan de distribution. — Echelle 1 : 400
IIe prix, projet de M. *A. Wœlflé.*

Les ponts en béton armé de très grande portée.

« Le béton armé constitue actuellement la solution la plus sûre et la plus économique pour la réalisation de toutes les portées, quelque grandes qu'elles soient. L'exécution d'une voûte de 1000 m n'offre aucune difficulté qui ne puisse être entièrement résolue par des méthodes dérivant directement de celles employées à Plougastel, qui ne sont qu'un développement de celles imaginées un demi-siècle plus tôt par mon illustre professeur de l'Ecole des Ponts et Chaussées, M. l'inspecteur général des Ponts et Chaussées Séjourné.

» Les difficultés qui s'opposeraient à la réalisation de voûtes encore beaucoup plus grandes sont d'ordre financier et non technique, et seraient moindres avec le béton armé qu'avec tout autre système de construction. »

C'est la fin de l'exorde d'une conférence que le grand ingénieur français *E. Freyssinet* a faite, le 11 juillet dernier, devant la Société des ingénieurs civils de France, et reproduite dans le *Bulletin* de cette Société, juillet-août 1930. Quoique un tel exposé soit d'autant plus malaisément résumable que M. Freycinet se plaît parfois à user d'une concision un peu ésotérique, nous allons tenter de donner un aperçu de quelques-unes des vues originales et des considérations ingénieuses qu'il développe. Exemple :

« Je ne me dissimule pas que l'affirmation d'une supériorité quelconque des pierres sur les métaux pour la réalisation de hautes résistances spécifiques a les plus grandes chances d'être tenue pour un paradoxe par des ingénieurs habitués à l'emploi exclusif des métaux.

» On est naturellement tenté d'attribuer le privilège de fait des métaux, spécialement des composés du fer, à la supériorité de leurs propriétés de cohésion par rapport aux propriétés similaires des autres matériaux.

» Or, ce point de vue est inexact, et le rapport de la cohésion à la densité semble, au contraire, être indépendant de la nature chimique des corps. »

A l'appui de son affirmation, M. Freyssinet allègue que, pour les matériaux les plus disparates, le rapport du module d'Young et de la résistance à la rupture d'une part à la densité d'autre part accuse une curieuse analogie dont témoignent les tableaux suivants :

	Module d'Young kg/m² (1)	Densité (2)	Cohésion unitaire Rapport 1 : 2
Aciers	200 à 220.10⁸	7,800	25 à 28.10⁸
Verres et silicates divers	60 à 80.10⁸	2,500 à 2,750	24 à 29.10⁸
Celluloses, bois très sec	9 à 12.10⁸	0,300 à 0,500	24 à 30.10⁸
Calcaires très compacts	60.10⁸	2,500	24.10⁸

Résistance des matériaux non fragiles (traction).

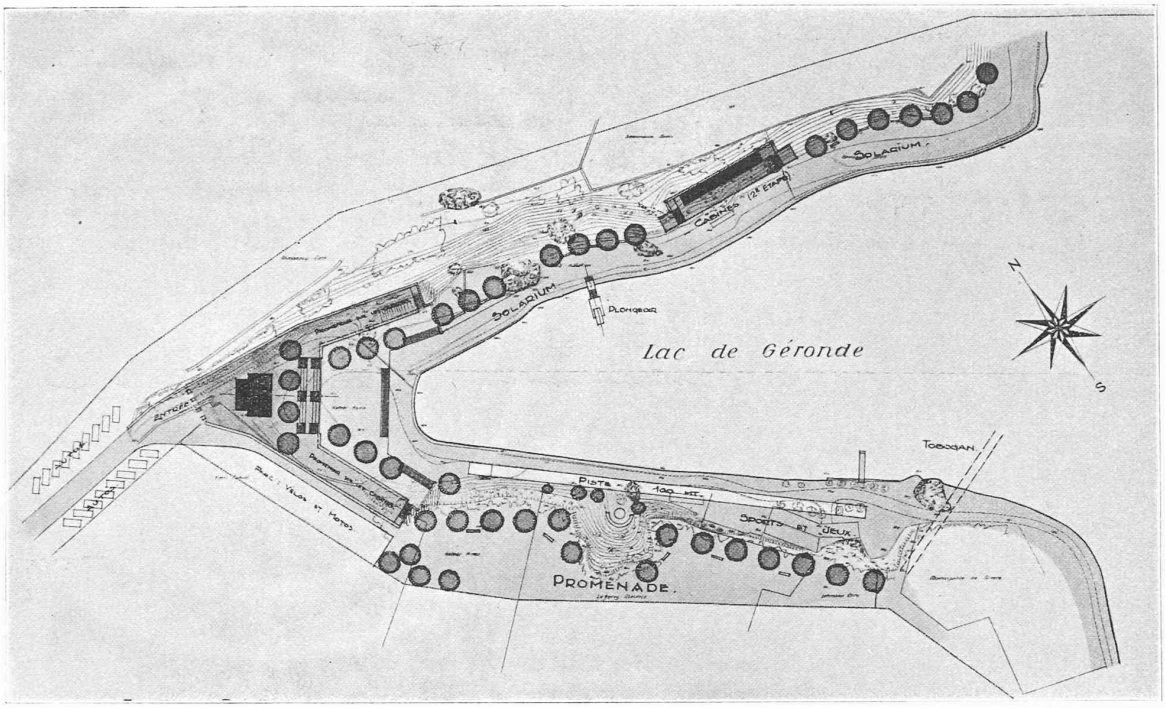
	Taux de rupture dans la striction kg/mm²	Densité	Cohésion unitaire
Aciers de toutes nuances	200 à 300	7,800	26 à 38
Bois très secs . . .	6	0,300 à 0,400	15 à 20

Résistance des matériaux fragiles (compression).

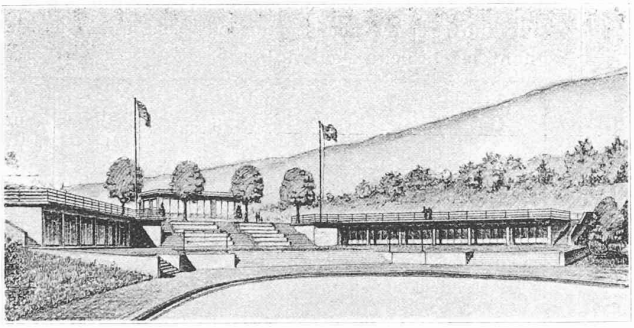
	Taux de rupture kg/mm²	Densité	Cohésion unitaire
Verres	50	2,500 à 2,700	18 à 20
Basaltes et Quartz .	25 à 30	2,500	10 à 12
Bakélites	12	1,300	9

« La loi d'unité du quotient des caractéristiques mécaniques par la densité ressort nettement de la comparaison des modules d'Young : elle se vérifie moins bien avec les coefficients de rupture, mais il faut remarquer que les taux de rupture ne donnent qu'une limite inférieure de la cohésion et nous verrons tout à l'heure que pour les matériaux fragiles elle peut

CONCOURS POUR LA PLAGE DE GÉRONDE



Plan de situation. — Echelle 1 : 2000.



Perspective.

IIe prix *ex æquo*,

projet « Suzanne », de M. *P. Cahorn*,

architecte, à Genève.

être très éloignée de la valeur réelle. On remarque d'ailleurs que les chiffres les plus bas sont relatifs aux matériaux les moins homogènes (pierres), ce qui semble indiquer que, si on pouvait opérer sur des matériaux homogènes, les chiffres se grouperaient encore mieux.

» La nature chimique des matériaux n'a donc pas, au point de vue de la cohésion et de la déformabilité élastique, rapportées à l'unité de masse, l'importance déterminante qu'on lui attribue souvent, et la supériorité essentielle des métaux par rapport aux pierres, en tant que matériaux de construction, n'est pas due à une valeur plus élevée de la cohésion unitaire. »

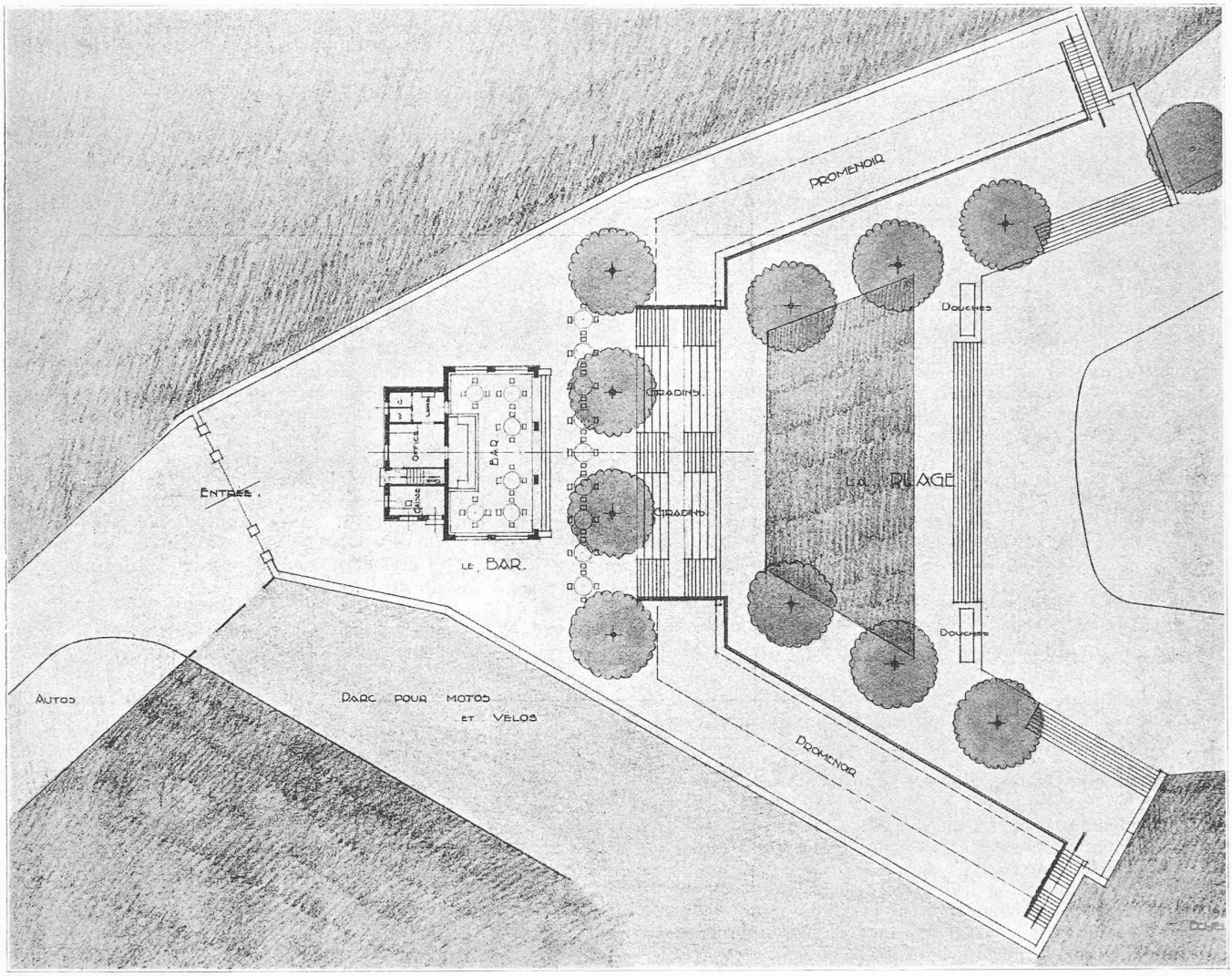
Alors, à quoi cette supériorité tient-elle ? A la nature des déformations qui différencie les matériaux en « plastiques » et « fragiles ».

« Un corps plastique, sollicité au delà de la limite d'élasticité, se déforme généralement sans changement appréciable de volume, donc par glissement des molécules sans augmentation de leur distance moyenne, comme pour un liquide.

» Pour des corps, dont les métaux ferreux sont le meilleur exemple la sollicitation nécessaire pour provoquer l'augmentation de la déformation plastique croît avec celle-ci ; à un moment donné, elle atteint en certains points la valeur de la cohésion, et il se produit une augmentation de la distance des centres des molécules au delà de la limite des attractions moléculaires : c'est la rupture. La limite pratique d'emploi d'un matériau de cette catégorie dépend donc non de la cohésion mais de la limite où commencent les glissements, ou limite d'élasticité. Elle est d'autant plus élevée que cette limite élastique est plus voisine du taux de destruction de la cohésion. »

Quant aux corps fragiles (verres, roches diverses et ciments) ils sont caractérisés par leur «incapacité à se déformer plastiquement avant de rompre : c'est cette incapacité et nullement une valeur inférieure des forces de cohésion qui est la cause de la faible résistance à la traction des corps fragiles. » Outre cette insuffisance de résistance à la traction, les corps fragiles accusent une bien fâcheuse sensibilité aux chocs, « parce que l'énergie nécessaire pour y porter localement les sollicitations au taux de rupture s'y réduit à celle de la déformation élastique dans tout le corps sous des sollicitations moyennes faibles, et à l'énergie de rupture en un seul point qui est infiniment petite puisque toute rupture amorcée se continue nécessairement. »

CONCOURS POUR LA PLAGE DE GÉRONDE



Plan au niveau du bar. — Echelle 1 : 500.
IIe prix : projet de M. *P. Cahorn*.

Or, ce défaut de résistance et cette sensibilité aux chocs sont fonction du degré d'homogénéité d'un corps quelconque en ce sens que pour qu'il « ait à la fois la résistance maximum et la fragilité minimum, nous constatons qu'il faut qu'il soit aussi homogène que possible, ne présente ni vides intérieurs, ni occlusions de corps étrangers, ni discontinuités de section ou de forme, ni hétérogénéité de nature. Ces conditions sont relativement réalisées par des fils métalliques provenant de lingots parfaitement sains et exempts de toute ségrégation ou de soufflure. Par contre, toutes les autres formes de la construction métallique et particulièrement les charpentes rivées ou soudées en sont toujours très éloignées ; ce qui implique la nécessité absolue de n'employer en construction métallique, en dehors des fils ou barres cylindriques utilisés à cet état, que des métaux à très grande marge de plasticité, donc à limite élastique basse ; cette qualité étant absolument indispensable pour ramener les exagérations locales des sollicitations maxima à un niveau suffisamment inférieur au taux de rupture.

» Pour cette raison le rapport entre le taux de sollicitation correspondant à la limite pratique d'utilisation, qui dans le cas d'efforts de compression est au plus égal à la limite élastique (car, au delà, il y a flambement des pièces) et le taux correspondant à la destruction de la cohésion est toujours très bas ; il est de l'ordre de $^1/_{15}$ pour les aciers doux de constructions ordinaires, il s'élève jusque vers $^1/_8$ pour les charpentes en aciers très homogènes obtenus par addition de nickel ou autres métaux spéciaux, à $^1/_4$ ou $^1/_3$ pour les meilleurs aciers spéciaux employés dans l'aviation ou la construction automobile ; encore de tels métaux imposent-ils de grandes précautions dans le choix des formes ; il atteint seulement $^2/_5$ dans les meilleurs fils pour câbles de ponts.

» Mais heureusement si tous les matériaux *simples* accusent cette infériorité de la résistance pratique par rapport à la limite de cohésion, il n'en est pas de même des « associations de matériaux utilisés en compression ». En effet, on peut obtenir des matériaux mixtes pour lesquels, dans le travail à la compression seulement, la résistance pratique soit non seulement égale, mais même supérieure à la constante de cohésion universelle (*sic*), sans fragilité, par l'association de deux matériaux en proportions très différentes ; l'un qui transmet les efforts et joue le rôle principal, doit posséder un frottement interne élevé et une limite élastique confondue avec la limite de cohésion universelle, c'est-à-dire la plus haute possible. C'est par suite un corps fragile à l'état isolé et doué d'une faible résistance de traction. Le second intervient pour

modifier les propriétés du premier et ne constitue qu'un appoint peu important en volume, il doit posséder la résistance pratique à la traction la plus élevée possible. »

Bon, mais quelle sera la nature de cette association ? Celle d'une *étreinte* du matériau fragile par l'autre matériau et qu'on réalisera pratiquement « en noyant dans le corps fragile, normalement à la compression principale, des armatures capables de s'opposer à son gonflement transversal. Leur mise en tension sous l'effet de celui-ci détermine des compressions normales à la compression principale. Transposé au domaine du béton armé, ce principe a donné naissance au *frettage* dont Considère fut l'initiateur, et qui demeure le seul procédé pratique connu permettant de créer un matériau mixte doué d'une résistance plus grande que la limite de cohésion des corps qui le constituent et applicable à la construction des charpentes. La conséquence est que, si surprenant que cela puisse paraître à certains, le béton fretté est de tous les matériaux celui qui permet de réaliser les plus grandes légèretés spécifiques (j'entends par ce terme l'inverse du poids de matière capable de transporter une tonne à un mètre au taux de rupture)[1] ; c'est donc le plus apte théoriquement à la réalisation des très grandes portées puisque tous les autres, même les fils à câbles, donnent une résistance pratique au plus égale aux deux cinquièmes de la cohésion. On voit, en outre, que cette supériorité est de principe et par suite indépendante de tous les progrès qui pourront être réalisés dans l'avenir par la fabrication des matériaux simples ».

La mise en œuvre de ces heureuses propriétés du frettage « permet d'améliorer les résistances spécifiques dans des proportions extraordinaires », dit encore M. Freyssinet et il cite l'exemple suivant relatif à son système de frettage par « armatures planes, normales aux pressions, formées de deux séries, perpendiculaires entre elles, de fils sensiblement parallèles reliés par des éléments en demi-cercle ».

« Une telle armature, faite avec des fils en acier manganosiliceux, au pourcentage relativement faible de 5 %, représente, façonnage compris, une dépense de l'ordre de 1000 fr. au mètre cube ; combinée avec un béton très compact à résistance propre de 1200 kg/cm², elle donnerait un matériau dont la résistance atteindrait 3000 kg/cm² ; ce matériau, de densité 2700 kg, a même « légèreté spécifique » qu'un acier de limite élastique égale à 90 kg/mm², environ. On pourrait aller, d'ailleurs, encore plus loin. »

M. Freyssinet expose ensuite l'application de ses conceptions à l'étude et à l'exécution du fameux viaduc de Plougastel (3 voûtes de 186,5 m d'ouverture chacune) décrit dans notre numéro du 16 novembre 1929 puis, des caractéristiques de ce pont il extrapole les caractéristiques d'un pont de 1000 m de portée dont il montre des élévations, des coupes et une perspective.

Béton autofretté, voûtains en béton armé et « Supercilor ».

« M. Freyssinet envisageait l'emploi d'un béton fretté de façon spéciale, pour pouvoir travailler en service sous des fatigues à la compression de 300 et 350 kg/cm². Ce béton fretté peut être réalisé avec le tube *autofretté*, qui peut supporter des fatigues de service atteignant 700 kg/cm² à la compression. »

Cette assertion est extraite du « Génie Civil » du 17 janvier dernier, où est décrite l'application, faite au pont des Ibis, au Vésinet (banlieue de Paris), du procédé d'autofrettage du béton inventé par MM. A. Mesnager, membre de l'Institut de France, et J. Veyrier, ancien élève de l'Ecole Polytechnique. En principe, il s'agit de tubes en acier « soumis, après leur remplissage par du béton, à un frettement qui met l'enveloppe en extension longitudinale par compression du noyau : il suffit de munir les extrémités des tubes de dispositifs de fermeture (bouchons à vis, collerettes à brides) permettant de comprimer longitudinalement les noyaux de béton par traction sur l'enveloppe. De cette façon, si le noyau se raccourcit sous l'effet de son retrait naturel, ou même sous l'effet des pressions extérieures, l'enveloppe suit ce raccourcissement jusqu'à ce qu'elle soit revenue à l'état d'équilibre élastique. A partir de ce moment, elle peut subir des pressions croissantes depuis zéro jusqu'à sa résistance à l'écrasement. Ce traitement préalable appliqué aux tubes à noyaux de béton a été breveté et appelé « autofrettage ». « D'une façon générale, ces tubes se sont comportés sous la pression comme des cylindres constitués avec un corps homogène, dont le module d'Young, la limite élastique et la résistance à l'écrasement auraient été intermédiaires entre ceux de l'acier et ceux du béton. La résistance à l'écrasement de chaque éprouvette s'est toujours trouvée au moins égale à celle que l'on aurait obtenue en ajoutant la résistance de la section d'acier à celle de la section du béton. »

« Si l'on prend comme fatigue admissible, suivant la règle usitée aussi bien en construction métallique qu'en béton armé, la moitié de la limite élastique, on trouve que les tubes injectés de béton peuvent être utilisés sous des fatigues à la compression ci-après, applicables à leurs sections totales, si leurs sections respectives d'acier sont, avec ces mêmes sections, dans les rapports indiqués au tableau suivant » :

Rapport de la section d'acier à la section totale.	Fatigues admissibles (kg/cm²) applicables à la section totale.	Poids d'acier (kg.) par m³ de volume total.
0,09	200	702
0,18	300	1404
0,27	400	2106
0,36	500	2808
0,45	600	3510

Outre cet autofrettage, l'article du « Génie Civil » auquel nous nous référons décrit d'intéressantes propriétés de voûtains, qui ont fait l'objet d'un brevet et rend compte d'expériences faites sur un nouveau ciment, le « Supercilor », à base d'anhydrite (sulfate de chaux anhydre). « Au point de vue résistance finale et rapidité de durcissement, ce liant donne des résultats qui, jusqu'ici, paraissent comparables à ceux des ciments alumineux fondus ou électro-fondus et son prix de revient ne dépasse pas celui des ciments Portland ordinaires. »

Turbines hydrauliques.

Dans la livraison du 25 octobre dernier de la *Wasserwirtschaft* (Vienne) M. le professeur R. Thomann a publié une étude sur les turbines à pales réceptrices orientables et à aubes directrices fixes dont nous avons exposé le principe dans notre numéro du 1er novembre 1930, page 267.

En outre, ladite livraison, qui est consacrée tout entière aux machines hydrauliques, contient les articles suivants : « Die technische Entwicklung der Pumpspeicherung », von F. Barnath ; « Neuere Wasserturbinenanlagen », von J. Moser (Zurich) ; « Die Entwicklung der Wirbelstrahlturbine [1] in der Praxis », von M. Reiffenstein ; « Die Grundlagen der Normung

[1] En d'autres termes, la « légèreté spécifique » est inversement proportionnelle au poids d'un prisme rectangle, « unitaire », du matériau envisagé, dont la hauteur, parallèle à la direction de la sollicitation serait de 1 m et dont la base aurait une aire telle que, sous un effort d'une tonne, le matériau travaille à la fatigue de rupture. Exemple : pour un béton de poids spécifique 2350 kg/m³, et résistant à 500 kg/cm², le poids du prisme en question serait de

$$1 \times 0{,}0002 \times 2350 = 0{,}470 \text{ kg.}$$

Tandis que, dans le cas d'une charpente en acier ordinaire, de limite élastique 25 kg/mm², le poids du prisme « unitaire », y compris les rivets joints et entretoisements, sera d'au moins 500 g et souvent beaucoup plus « par tonne transportée à 1 m par compression (*sic*) avant effondrement par flambement. » *Réd.*

[1] Voir *Bulletin technique* du 4 décembre 1926, page 307, la description de cette turbine « à jet giratoire ».

der Wasserturbinen » ; « Betrachtung über die Betriebseigenschaften einer leitradlosen Propellerturbine », von L. Nagel.

Signalons enfin l'article « Ueber die Entwicklung der Francisturbinen in der Firma Escher Wyss et Cie » paru dans le No 4 (1930) des « Escher Wyss Mitteilungen ».

Routes et Ponts.

La « Foire technique de Leipzig », le printemps prochain, comprendra un colloque (Tagung) « Strasse und Brücke ».

L'« Institute of Metals » à Zurich.

The Institute of Metals, la célèbre association anglaise pour l'étude des métaux « non ferreux » tiendra sa prochaine assemblée d'automne à Zurich, du 13 au 16 septembre prochain.

Congrès international de l'habitation à Berlin (1er au 5 juin 1931)

L'Association internationale de l'habitation, dont le siège est à Francfort sur le Main, tiendra son congrès à Berlin, du 1er au 5 juin prochain, simultanément avec le XIIIe Congrès international de l'habitation et de l'aménagement des villes (voir *Bulletin technique* du 29 novembre 1930, page 295). Questions à l'ordre du jour : Importance sociale actuelle et future de l'économie de l'habitation. La construction de petites habitations à prix abordables. Inspection du logement. Du 5 au 11 juin, excursions à Breslau, Prague, Dresde, Leipzig et la région industrielle de l'Allemagne centrale.

Rappelons que du 9 mai au 9 août prochains aura lieu, à Berlin, l'*Exposition allemande de la construction*. « Une subvention fédérale de 11 000 francs a été accordée à la Fédération suisse des architectes pour les frais de participation de la Suisse à l'exposition internationale d'urbanisme et du logement dans le cadre de cette exposition de la construction. »

Droit d'inscription au Congrès : 20 reichsmarks. Secrétariat : Francfort sur le Main, Hansa Allee 27.

Etude du sous-sol par les procédés géophysiques modernes.

Samedi dernier, M. E. Poldini, ingénieur-géologue, a exposé, avec talent, devant la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes, le principe de quelques-uns de ces procédés et en a décrit l'application à de nombreux cas concrets. Nous publierons un résumé de cette conférence que M. Poldini a obligeamment accepté de rédiger.

NÉCROLOGIE

Georges Fatio.

Le 30 décembre 1930 mourait à Liège subitement, à l'âge de 35 ans, d'une sclérose du poumon contractée à la fameuse « mobilisation de la grippe », celui dont nous venons de rappeler le nom et dont ceux qui l'ont connu à Zurich de 1913 à 1917 n'auront pas oublié le franc regard, la claire intelligence et l'initiative toujours en éveil.

Son enfance passée en France et en Belgique (où son père était pasteur), puis son activité d'ingénieur civil l'ont presque continuellement appelé à vivre hors du pays ; il avait cependant dirigé, en 1919, la construction de la Savonnerie Randon-Friederich à Chêne-Bourg et fait un court passage aux travaux de la Jogne. G. Fatio fit surtout une belle carrière dans la construction en béton armé. Après avoir passé aux Bureaux Zublin de Strasbourg et de Bruxelles, il s'était établi définitivement en Belgique, à Visé d'abord, où il participa à la restauration de la ville complètement détruite par les Allemands, puis récemment à Liège où il représentait avec un plein succès la Société des Blocs Isothermes. On lui doit aussi un ouvrage de « Statique des constructions à angles rigides », publié en 1924 chez Bieleveld à Bruxelles, destiné selon lui « aux techniciens dans la pratique », qui est un clair et méthodique exposé du calcul des systèmes hyperstatiques du béton armé.

Georges Fatio était de ces Suisses dont on peut bien dire qu'ils n'ont guère reçu de la mère-patrie que la nourriture spirituelle. Né à Hersin dans le Pas-de-Calais, il avait fait ses premières classes à Mons en Belgique et passé à Genève les quatre dernières années du Collège avant de se rendre à Zurich où il obtint son diplôme d'ingénieur civil à l'Ecole polytechnique, en 1917.

Elevé d'ailleurs dans la meilleure tradition genevoise et suisse, il avait eu ainsi l'occasion de la renouveler à la source même. Plus tard, accompagné d'une épouse vaillante, il trouva comme tant d'autres, à développer à l'étranger ses belles qualités d'enthousiasme et de conscience, en même temps que de franchise et de cordialité. Gravement et visiblement atteint dans sa santé, il poursuivait son chemin avec un admirable entrain qui saisissait d'émotion ceux qui l'approchaient.

Et c'est au moment où, apprécié de tous, il voyait des jours plus faciles se préparer grâce à son expérience acquise, que l'inexorable maladie vint l'enlever brutalement, en cette fin d'année, à sa petite famille éplorée, à ses vieux parents et à ses amis. Il laissera à tous ceux qui l'ont connu le souvenir d'un homme droit et juste, de ceux dont nous pouvons être fiers, parce qu'ils contribuent à créer, en dehors de nos frontières, un peu de cette confiance en notre pays qui est une de nos raisons d'être. J. C.

BIBLIOGRAPHIE

Cours de mathématiques générales, professé à la Faculté des sciences de Paris, par *René Garnier*. — Tome II : Calcul intégral. — Un volume de 396 pages (25 × 16 cm) et 275 figures. — Librairie Gauthier-Villars et Cie, Paris. — 80 fr.

Nous avons analysé, dans notre numéro du 23 août 1930, le tome I (Calcul différentiel. Géométrie) de cet ouvrage. Le tome II est caractérisé par la même précision élégante et concise de l'exposé. Nous le recommandons notamment aux gens qui désirent s'initier aux éléments de la théorie des vecteurs et faire connaissance avec le gradient, le rotationnel (dit aussi curl ou encore tourbillon) et d'autres entités dont l'emploi se généralise dans les sciences « appliquées », l'hydraulique particulièrement.

Précis de métallurgie, thermométallurgie et électrométallurgie, *à l'usage des écoles d'Arts et Métiers, des instituts miniers, des métallurgistes et des chefs d'atelier de forges et de fonderies*, par *H. Pécheux*, sous-directeur de l'Ecole nationale d'Arts et Métiers de Lille. — 4e édition, 1931. — Un volume in-16 de 650 pages avec 167 figures. — 32 fr. — Librairie J.-B. Baillière et Fils, à Paris.

Dans la 4e édition de son Précis de métallurgie, M. H. Pécheux a apporté une refonte complète des méthodes d'élaboration des métaux et des alliages, d'après les procédés les plus récents.

Il a notamment introduit dans son livre les notions de chimie physique et d'électricité indispensables à l'intelligence des phénomènes et des méthodes métallurgiques modernes ; en donnant une large place aux essais divers (chimiques, physiques, mécaniques, électriques, magnétiques) qui permettent de juger de la valeur des métaux ou des alliages obtenus. Cet ouvrage a été couronné par l'Académie des Sciences.