Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 48 (1922)
Heft: 19

Artikel: Appareil à haute pression pour l'étude de la perméabilité du béton
Autor: Hugentobler, W.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-37424

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: 16.07.2025

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

température maximum de prise. Il y a un intérêt évident à abaisser cette dernière grandeur, soit en évitant de bétonner pendant la saison chaude, ce qui n'est pas économique, soit par d'autres procédés qui ne doivent pas diminuer les propriétés résistantes, ni même les propriétés élastiques du béton. Nous nous permettons à ce sujet de souligner l'intérêt qu'il y aurait à connaître la fonction qui relie la résistance du béton et la température développée par la prise, en étendant les observations à la période montante comme à la période descendante du phénomène.

III. — La durée considérable du refroidissement, par rapport à la période relativement courte des mesures, ne nous permet pas encore d'apporter des précisions sur la conductibilité et la dilatation du béton. Il ne nous est pas possible non plus d'établir une formule de pénétration de la chaleur, c'est-à-dire de donner la profondeur à laquelle les variations extérieures de la température sont réduites au n % de leur amplitude. Les observations qui continuent nous le permettront plus tard, comme aussi de dresser, lorsque le niveau de l'eau aura été stable quelque temps, les courbes isothermes à l'intérieur du barrage. Comme on pouvait s'y attendre les variations de température sont faibles dans les zones inférieures de l'ouvrage, une fois le refroidissement accompli. Dans les zones supérieures, les fluctuations de la température extérieure s'y font sentir avec un fort amortissement qui diminue avec la cote d'élévation de la section que l'on considère. Il est particulièrement intéressant de donner, en empruntant quelques chiffres aux mesures plus récentes encore inédites, les extrêmes de la température du barrage en hiver et en été.

Série	N°			Différence
C	14	2° le 22 déc.	12°2 le 21 sept.	10°2
D	17	2° le 3 mars	19°8 le 8 août	17°8
E	23	0° le 22 déc.	21°4 le 12 août	21°4
F	25	— 3° le 31 déc.	23°5 le 10 août	26°5

Il faut remarquer que l'eau restée constamment au-dessous de la cote 790 n'a pas pu exercer son action réductrice et régulatrice de la température du barrage. Malgré l'exagération que ce fait introduit, les différences justifient complètement les hypothèses mises à la base du calcul des déformations causées par les changements de température.

En terminant ce travail, nous devons adresser aux Entreprises électriques fribourgeoises, à M. l'ingénieur Gruner, Directeur des travaux, à M. l'ingénieur Stucky, à MM. Mathys et Michel, ingénieurs, nos plus vifs remerciements pour le concours financier et technique qu'ils ont apporté à ces recherches.

Institut de Physique de l'Université de Fribourg.

Mars 1922.

Appareil à haute pression pour l'étude de la perméabilité du béton.[1]

par W. Hugentobler, ingénieur de la commission de colmatage de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux.

Pour étudier la perméabilité du béton, la commission de calfatage de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux a décidé en automne 1920 la construction d'un appareil pour mesurer exactement la perméabilité de blocs d'essais normaux en béton ou d'autres matériaux, avec ou sans crépi, revêtement ou enduit, pour une pression d'eau allant jusqu'à 15 atm. correspondant à une colonne d'eau de 150 m. de hauteur.

L'appareil devait être aussi simple que possible et peu coûteux, il devait permettre d'obtenir des résultats tout à fait sûrs, avec une surface de béton d'essai aussi grande que possible. Il fut construit par la maison de Roll à Clus et placé en juillet 1921 dans la cour de la Station fédérale d'essai des matériaux, à Zurich.

Il se compose d'un pied en fonte de 90 cm. de hauteur, d'une plaque de fond creuse, en fonte, d'un cylindre creux de 50 cm. de hauteur et de 70 cm. de diamètre intérieur, d'un couvercle en fonte avec dispositif de soulevage, d'une soupape de sûreté, d'un manomètre et de robinets des conduites d'arrivée et de vidange de l'eau.

Le bloc en béton à essayer peut-être placé dans le cylindre (fig. 2 et 4) ou être serré directement entre la plaque de fond et le couvercle, après avoir enlevé le tuyau cylindrique (fig. 1 et 3). Sur la surface supérieure de la plaque de fond, bien dressée et percée de trous à distances régulières, on place 3 anneaux plats en caoutchouc qui ont pour but de compenser les irrégularités de la surface inférieure du bloc à essayer. On évite ainsi la rupture du bloc qui se produit lorsqu'il reste la plus petite inégalité entre le bloc à essayer et la plaque de fond, quand on serre le bloc sans ces anneaux. De plus, cette surélévation du bloc à essayer au-dessus de la plaque de fond, au moyen de ces anneaux en caoutchouc, permet à l'eau qui a suinté à cet endroit de s'écouler directement par les petits trous du fond. L'intérieur de la plaque de fond est divisé en compartiments creux qui ont chacun une ouverture qui permet à l'eau de gagner les collecteurs. Les compartiments creux extérieurs sont en communication avec l'anneau extérieur des trous du fond et l'eau qui s'y réunit est conduite par le petit tuyau de sortie A dans la rigole A et de là dans l'éprouvette de mesurage A.

Les trois rangées de trous du milieu du fond débouchent dans six compartiments creux, reliés par des ouvertures au bassin qui se trouve à la partie supérieure du pied de l'appareil. L'eau sort de ce bassin par un petit tuyau J et se rend dans une éprouvette de mesurage J.

On peut ainsi observer et mesurer séparément l'eau sortant de la rangée extérieure de trous du fond, qui correspond à l'infiltration à travers les parties du bord du bloc, et celle qui s'infiltre à travers le milieu du bloc et passe à travers les trous du milieu du fond. Le diamètre du bloc de béton que l'on peut placer dans l'appareil est de 78 cm., celui du bloc légèrement conique placé dans le cylindre de 64 à 68 cm. Les trous intérieurs du fond drainent une surface de 44 cm. de diamètre. Théoriquement l'eau mesurée en J correspond à une surface d'infiltration d'eau de 0,152 m² = 1520 cm².

Si pour l'essai on utilise la disposition de serrage représen-

[1] Extrait des communications de la Commission de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux, chargée de l'étude de l'étanchement des ouvrages hydrauliques, 25 mars 1922.

Voir la première « Communication » à la page 115 du *Bulletin technique* du 14 mai 1921.

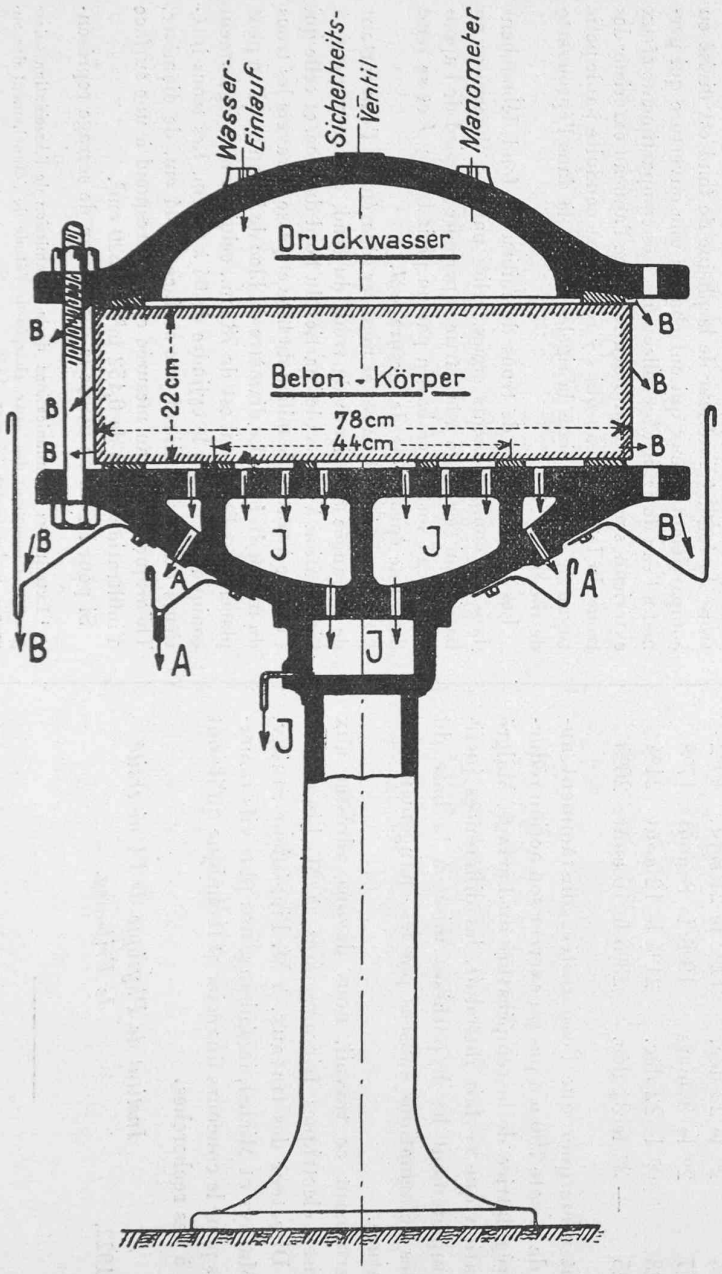

Fig. 1.
Appareil à haute pression pour l'étude de la perméabilité du béton sur bloc de béton serré.

Légende :

Wasser-Einlauf = Arrivée de l'eau.
Sicherheitsventil = Soupape de sûreté.
Druckwasser = Eau sous pression.
Beton-Körper = Bloc de béton.

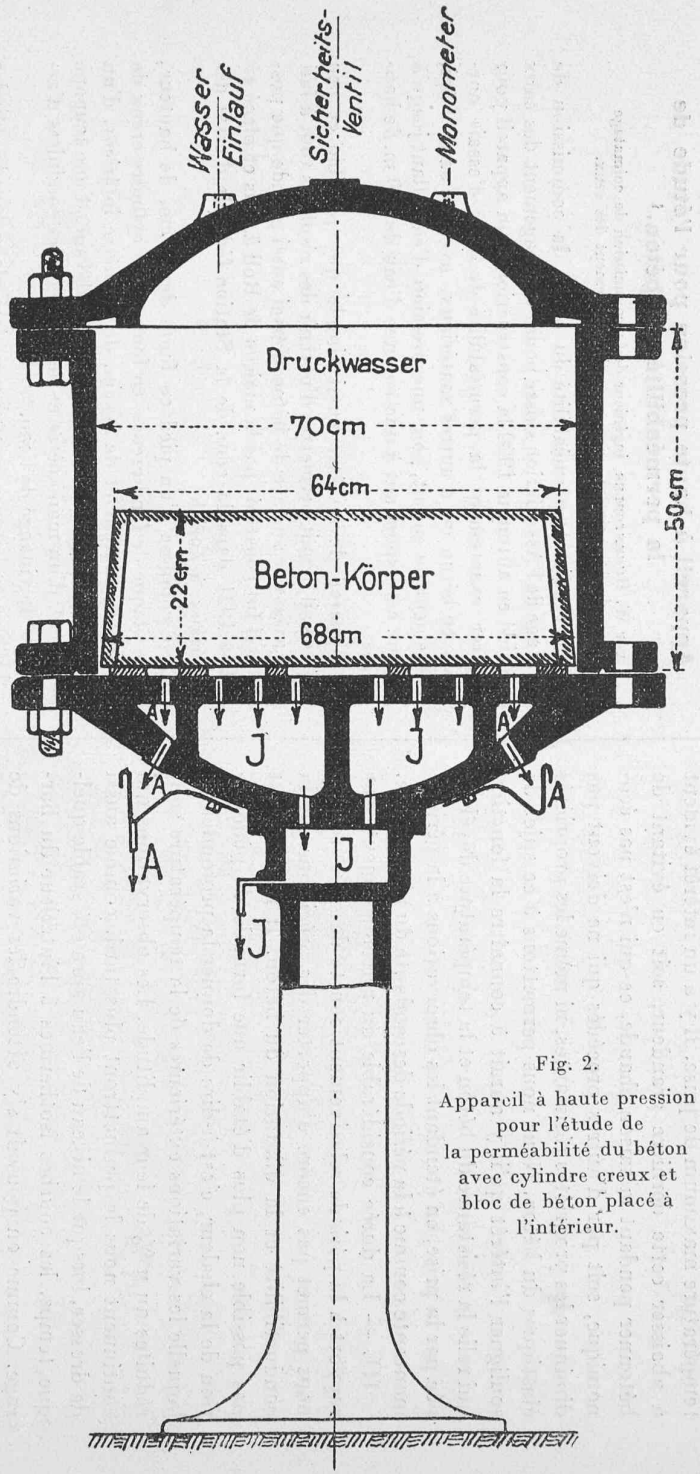

Fig. 2.
Appareil à haute pression pour l'étude de la perméabilité du béton avec cylindre creux et bloc de béton placé à l'intérieur.

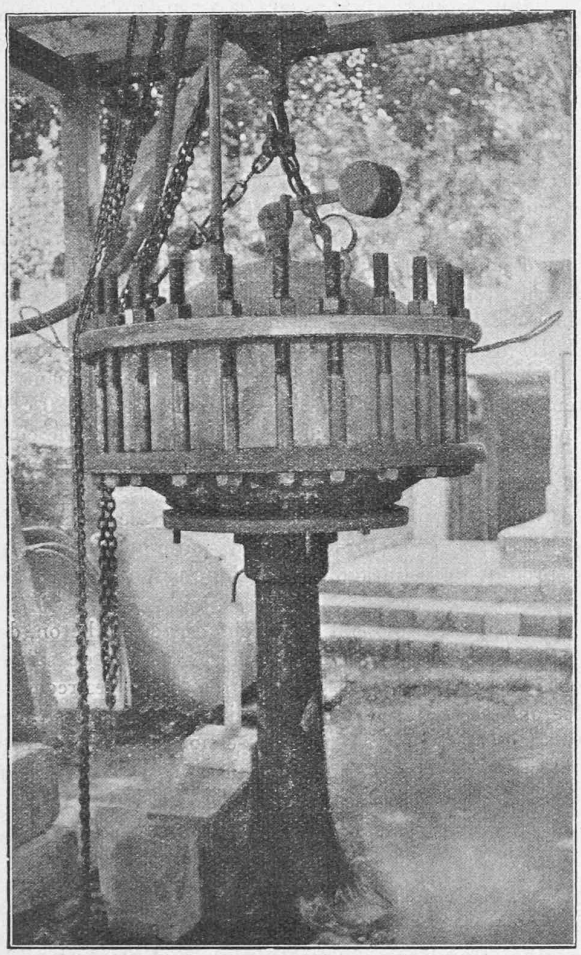

Fig. 3. — Appareil à haute pression pour l'étude de la perméabilité du béton sur bloc de béton serré.

tée dans les fig.1 et 3, le couvercle est placé directement sur le bloc à essayer, l'étanchéité entre la fonte et le béton est obtenue au moyen d'une garniture en caoutchouc en forme de coin de 6,5 cm. de largeur graissée avec du mastic de bateau.

Par un serrage lent et régulier des boulons qui relient le couvercle à la plaque de fond on obtient un serrage régulier de l'anneau en caoutchouc sur le bloc de béton et l'on évite ainsi autant que possible à cet endroit un suintement de l'eau contenue sous le couvercle, lors de la mise sous pression.

La faible quantité d'eau qui se perd par les parties qui ne sont pas complètement étanches, coule le long de la surface extérieure du bloc à essayer et peut être réunie dans la gouttière *B* et mesurée dans l'éprouvette *B* avec l'eau qui suinte à travers la surface du manteau cylindrique. La quantité d'eau mesurée en *B* se compose donc de la perte d'eau, autour de l'anneau en caoutchouc et de l'eau qui suinte à la surface extérieure.

Le bloc d'essai placé dans le tuyau cylindrique a une forme légèrement conique (fig. 2 et 4), sa surface latérale est à préserver de la pénétration de l'eau sous pression au moyen d'un crépi ou d'un enduit autant que possible imperméable à l'eau. A cet effet on coule du goudron dans l'espace compris entre le bloc et la paroi du cylindre. Lorsqu'on introduit de l'eau sous pression dans l'appareil, ce goudron est comprimé en forme de coin.

Mais l'étanchéité proprement dite doit être obtenue au moyen d'un anneau extérieur en caoutchouc, plat et graissé avec un mastic de bateau, que le poids du bloc et la pression d'eau pressent de telle manière qu'un suintement entre le bloc et l'anneau de caoutchouc et entre ce dernier et la plaque de fond est presque complètement supprimé.

Cette étanchéité n'est sans doute pas absolue et l'on cherchera, pour de nouveaux essais, à supprimer ces pertes, même très faibles.

Les blocs d'essai en béton sont établis en deux pièces de forme circulaire sur une plaque en fonte bien plane sur laquelle on place des garnitures en bois de forme conique pour obtenir la forme désirée.

Pour obtenir dans l'appareil une pression d'eau allant jusqu'à 15 atm. et pour maintenir cette pression constante, son raccordement à une conduite à haute pression était nécessaire.

Une solution idéale de ce problème fut obtenue grâce à la direction du service des eaux de Zurich qui mit à notre disposition, de la façon la plus obligeante, un emplacement pour l'appareil à l'usine des pompes de Letten, où un raccordement direct à la conduite d'eau à haute pression, avec 15 atm. de pression put être établi sans grandes difficultés et sans grands frais.

Par suite de l'application d'une soupape de réglage de la pression, on peut maintenir constamment dans l'appareil toute pression comprise entre 0 et 15 atm.

On ne peut toutefois pas éviter une petite variation d'en

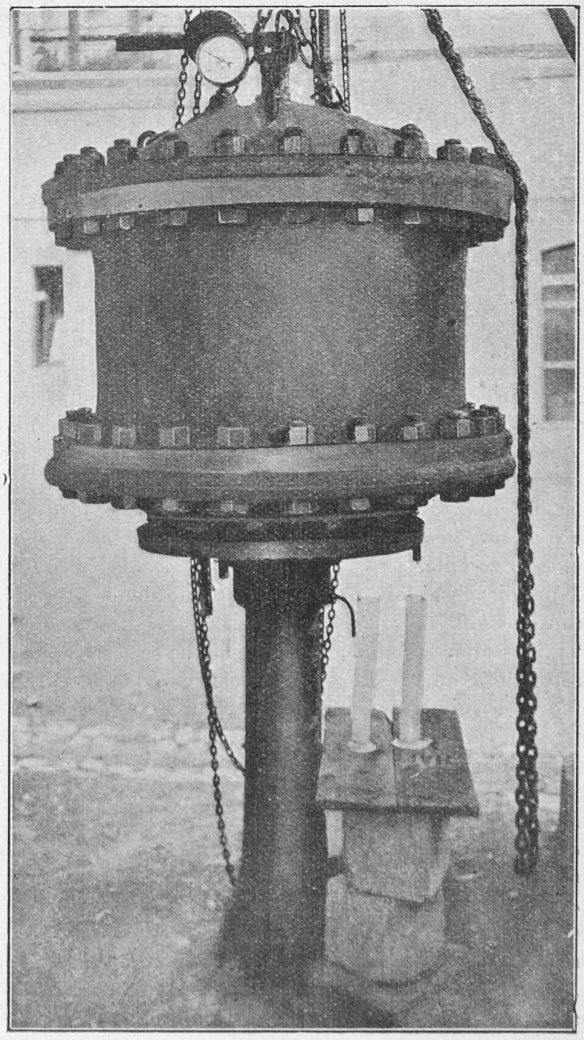

Fig. 4. — Appareil à haute pression pour l'étude de la perméabilité du béton, avec cylindre creux et bloc de béton placé à l'intérieur.

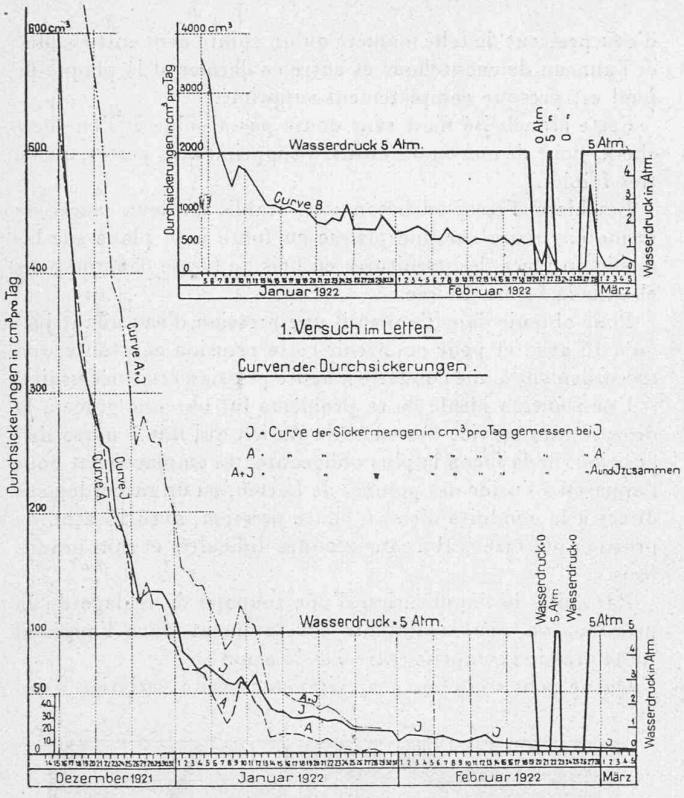

Fig. 5. — Essai de Letten. Courbes des infiltrations d'eau.

Drucksickerungen in cm³ pro Tag = Infiltrations par jour en cm³.
Wasserdruck 5 Atm. = Pression de l'eau 5 atm.
J Courbe des quantités d'eau, en cm³, infiltrées par jour, mesurées en *J*
A » » » » » » » » » » *A*
A et *J* » » » » » » » » » » en *A* et *J* cumulées

viron 0,5 atm. au-dessus et au-dessous de la pression désirée parce que la pression dans la conduite d'eau à haute pression correspond au remplissage du réservoir à haute pression et que lorsqu'on fait marcher une ou plusieurs pompes cette pression varie dans les limites de 145 à 155 mètres.

Le contrôle exact de la pression dans l'appareil se fait au moyen d'un manomètre enregistreur qui y est fixé. La mesure des quantités d'eau infiltrées *J*, *A* et *B* se fait dans des éprouvettes graduées, en verre. La lecture se fait, suivant l'importance des quantités infiltrées, toutes les trois, jusqu'à six heures ou une fois par jour par le personnel de la station des pompes de la ville.

Le premier essai fait jusqu'ici à Letten a donné un résultat très intéressant (fig. 5).

Pour l'essai de la perméabilité à l'eau, on se servit d'un bloc de béton de 78 cm. de diamètre et de 22 cm. de hauteur, de la composition suivante : 7 parties en volume de gravier de la grosseur de 12 à 40 mm. et 5 parties en volume de sable de la grosseur de grains de moins de 12 mm. ; au total 1102 litres de gravier et de sable ; 398 kg. de ciment de PortlandHolderbank et 199 litres d'eau par mètre cube de béton fini.

Ce bloc fut établi le 9 novembre 1921 et placé dans l'appareil le 12 décembre pour y être serré.

Le 14 décembre l'eau fut introduite dans le couvercle de l'appareil avec 5 atm. de pression et cette pression fut maintenue aussi constante que possible pendant toute la durée de l'essai. On put bien observer une variation entre 4,5 et 5,5 atm. mais la pression moyenne se maintint passablement exactement à 5 atm.

Le 15 décembre, on pouvait déjà mesurer un suintement total de 1160 cm³ par jour en *J* et en *A*, mais cette quantité d'eau infiltrée diminua journellement, elle fut, par exemple encore de 220 cm³ le 30 décembre, de 17,5 cm³ le 30 janvier et enfin de 2,0 cm³ le 10 mars.

La quantité d'eau infiltrée était la plupart du temps plus grande en *J* qu'en *A*.

Le 29 janvier l'écoulement tarit complètement en *A* et resta nul depuis ce moment jusqu'à la fin de l'essai. Comme une étanchéité absolument complète entre le couvercle et le bloc de béton ne put pas être obtenue, il se perdit constamment un peu d'eau à cet endroit. Celle-ci se mélangea naturellement avec celle qui suintait le long de toute la surface extérieure du bloc à essayer et dut être mesurée avec celle qui sortait en *B*. Le premier mesurage donna 3585 cm³ par jour le 5 janvier 1922. Cette quantité d'eau *B* diminua rapidement avec le temps, elle fut de 735 cm³ le 31 janvier et de 220 cm³ le 10 mars. Le tracé de ces quantités ne montra pas de courbe descendante régulière, il se produisit souvent des diminutions puis de nouveau des augmentations brusques.

La diminution des infiltrations à travers le bloc, qui ont passé de 1160 cm³ à presque 0 cm³ par jour, montre qu'il s'est produit un calfatage automatique à l'intérieur du bloc de béton.

Comme celui-ci [1] dépend de la composition du béton, de sa teneur en ciment, de la dimension des grains de sable et du gravier, de la pression d'eau et du temps, les recherches qui seront faites avec du béton de différentes compositions et avec l'emploi de diverses fortes pressions d'eau promettent des résultats de la plus grande importance pour la pratique.

DIVERS

Concours d'idées pour les bâtiments des Services industriels, à Lausanne.

Nous terminons la reproduction du premier prix par la planche relative aux *Ateliers et à l'annexe* du projet classé au premier rang [2], et nous reproduirons les autres projets dans nos prochains numéros.

Le trafic sur le Haut-Rhin.

Le trafic desservi par la navigation sur le Rhin, entre Strasbourg et Bâle, pendant les sept premiers mois de cette année, marque un « record » encore jamais atteint et dû, en grande partie, au régime favorable du Rhin dont le niveau moyen au limnimètre de Bâle, a été de 225,5 cm. pour le mois de juin et de 206,1 cm. pour le mois de juillet. Les chiffres suivants sont empruntés à un intéressant article des *Basler Nachrichten* du 3 septembre :

Trafic entre Bâle et Strasbourg, en tonnes.

Mois	*Remonte*	*Descente*	*Total*
Janvier à mai . . .	23 422,5	9 656,5	33 079,0
Juin	17 865,9	5 657,6	23 523,5
Juillet	32 973,6	8 428,5	41 402,1
Totaux	74 262,0	23 742,6	98 004,6

Des 64 925,7 tonnes constituant le mouvement total du port de Bâle en juin et juillet, 14 086, soit 21,7 % ont descendu

[1] Le calfatage de l'intérieur du béton qui se fait peu à peu automatiquement a déjà été constaté par d'autres expérimentateurs, mais il n'a pas été suffisamment expliqué.

[1] Voir *Bulletin technique* du 2 septembre 1922, page 209.