

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

Artikel: Recherches sur les variations et sur la répartition de la température dans le barrage de Montsalvens
Autor: Joye, P. / Christen, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-37423>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 23.12.2024

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

BULLETIN TECHNIQUE

DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : D^r H. DEMIERRE, ing.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Recherches sur les variations et sur la répartition de la température dans le barrage de Montsalvens*, par P. JOYE, professeur à l'Université de Fribourg, et A. CHRISTEN, docteur ès sciences (suite et fin). — *Appareil à haute pression pour l'étude de la perméabilité du béton*, par W. HUGENTOBLER, ingénieur de la commission de colmatage de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux. — DIVERS : *Concours d'idées pour les bâtiments des Services industriels, à Lausanne*. — *Le trafic sur le Haut-Rhin*. — *48^{me} Assemblée générale de la Société suisse des Ingénieurs et des Architectes*. — *Congrès international et exposition des combustibles liquides, à Paris*. — NÉCROLOGIE : *Louis Martin*. — *Appel aux inventeurs*.

Recherches sur les variations et sur la répartition de la température dans le barrage de Montsalvens,

par P. JOYE, professeur à l'Université de Fribourg,
et A. CHRISTEN, docteur ès sciences.

(Suite et fin¹.)

VI

Etude du refroidissement du barrage.

Il est certes prématuré pour tirer de nos observations des conclusions définitives. Les travaux de M. Merriman montrent en effet, qu'un délai de douze mois paraît au moins nécessaire pour qu'on puisse, à l'ouvrage de Boontom, négliger l'influence de la température de prise. Or, la cote 800 du barrage de Montsalvens a été atteinte le 4 septembre sur la rive droite et au milieu, et le 25 septembre sur la rive gauche. Les graphiques (fig. 10 à 15) que nous donnons, commencent le 15 novembre 1920 et se poursuivent jusqu'au 31 mai 1921 ; c'est une période où la plus grande partie de la construction est en voie de refroidissement. Les ondes calorifiques émises par l'eau et par l'air se transmettent dans le béton avec une lenteur et un amortissement tels qu'il est indispensable de poursuivre les mesures pendant de très longues périodes, probablement des années. Alors seulement, il sera possible de conclure sérieusement, de donner les grandeurs exactes de la conductibilité du béton, de son coefficient de dilatation et de contrôler la valeur des prescriptions en usage.

Il est cependant important d'étudier comment le barrage se refroidit avec le temps et sous l'action de l'air et de l'eau. Pour faciliter l'exposition et l'interprétation des résultats, nous avons divisé par des plans horizontaux le barrage en quatre zones. Si nous considérons que les débuts de la construction datent de 1919, nous ne risquons guère de nous tromper en affirmant que la série A à la cote 751,50 est dans une portion du barrage où la chaleur dégagée par la prise est dissipée, où même l'élévation de température produite par le bétonnage du joint de contraction n'est plus sensible. Nous considérons comme première zone cette partie inférieure du barrage

jusqu'à la cote 753. La seconde zone va de 753 à 763. Elle a été bétonnée en deux étapes. Le remplissage du joint en mars 1920, puis la construction des parties supérieures ont apporté de nouvelles quantités de chaleur à la partie bétonnée antérieurement. Cette zone contient les thermomètres de la série B et le N° 6 dans le joint.

La troisième, de 763 à 785 est la section du barrage dont la température s'est révélée la plus haute. Elle a été construite pendant les mois les plus chauds et à cause de la grande masse de béton (l'épaisseur à la cote 770 est de 9 m.) le refroidissement a été très lent. Cette zone contient la série C à la cote 770, à 780 la série D. C'est à partir de la cote 765 que le barrage travaille comme voûte.

La quatrième zone de 785 au sommet, a été refroidie plus rapidement, quoique bétonnée la dernière. On peut y signaler déjà l'influence des variations de la température extérieure. Elle possède les séries E et F.

Zone I. Le socle inférieur de 748 à 753.

Il a été bétonné jusqu'en novembre 1919 et contient la série A à la cote 751,5. A l'amont comme à l'aval, les déblais entassés au pied du barrage dépassent de plusieurs mètres le niveau des thermomètres. Ils sont donc très bien protégés contre les variations de la température extérieure. Les observations du 14 novembre au 31 mai sont représentées par la fig. 10. Toute la série depuis mars 1920 s'est réchauffée de quelques degrés, mais la répartition des températures s'est modifiée : les déblais plus abondants en aval qu'en amont, font que le thermomètre N° 5 est plus haut que les N° 1 et 2. Du 15 novembre au 15 décembre la température est stationnaire ; c'est vers le milieu de ce mois qu'on a fermé la galerie de dérivation dans laquelle passait la Jogne pendant toute la période de construction. L'eau commença de monter à l'amont jusqu'à la vanne de purge qui traverse le barrage à la cote 757. Depuis cette date, la cote 751,5 est donc sous l'eau ; les deux thermomètres les plus proches baissent lentement. Le N° 5 a une allure particulière facile à expliquer : l'eau qui traverse la conduite de vidange affouille les déblais et baigne le côté aval du barrage, d'où chute du thermomètre qui se range à la température du N° 1 ; dès que la vanne est fermée, il remonte et indique des températures voisines de celles des thermomètres du centre. Ceux-ci, après une chute dont on s'occupera plus loin baissent lentement pour atteindre une température constante plus élevée que celle de l'eau. Du

¹ Voir Bulletin technique du 2 septembre 1922, p. 205.

côté amont, les indications des deux thermomètres les plus proches du bord après avoir baissé de concert s'écartent ; le N° 1 doit être mouillé par l'eau qui pénètre dans le béton (jusqu'à la cote 755, il n'y a pas de moellons), car il reste durant plusieurs semaines à la température de 4° qui est celle du maximum de densité de l'eau. Le N° 2 s'établit 1° au-dessus.

La plus grande différence de température atteint 6°5 de novembre à mai, pour le N° 1 comme pour le N° 3. Dans la section, l'écart le plus grand, le même jour, est de 3° ; il ne varie guère.

Zone II. Le socle supérieur de la cote 753 à 763 (Fig. 11.)

En se reportant aux déterminations effectuées en mars 1920 (fig. 7), on se rend compte que le bétonnage du joint et des sections supérieures a eu pour effet d'élever considérablement la température du béton ; particulièrement dans la région centrale, thermomètre N° 9. La masse entière est en voie de refroidissement ; l'allure parallèle et descendante des courbes le montre nettement. Les thermomètres les plus exposés, N°s 7 et 11 ont atteint leur minimum plus tôt, fin décembre ; les autres poursuivent leur baisse jusqu'au milieu de janvier où ils subissent des perturbations que nous retrouverons.

La montée de l'eau au niveau des thermomètres qui s'effectue ensuite de la fermeture de la vanne, le 21 janvier, n'a pas d'effet important sur la température des instruments. Le N° 7 s'élève légèrement, puis reste stationnaire pendant plus d'un mois ; le N° 11 à l'aval baisse au contraire et se stabilise moins.

Le thermomètre N° 6, placé sous la vanne de la conduite de vidange, à la cote 754 se réchauffe de près de 1° ; après la suppression de l'écoulement, il suit dans ses variations l'allure du N° 11, puis il remonte lentement. Durant les mois de février et mars, l'eau a presque continuellement circulé dans la conduite pour la régularisation de la Jagne.

Les thermomètres N°s 7 et 8 ont pendant une longue période une marche parallèle. Ils se signalent tous deux par un brusque abaissement de température, contemporain, pourrait-on croire, de l'arrivée de l'eau au niveau de la section : la pénétration dans le béton expliquerait la chute des températures, renouvelée en plus petit, quelques jours après, au N° 10. Cette hypothèse a tout d'abord contre elle, de ne pouvoir expliquer la baisse subséquente qui s'est produite en avril au thermomètre N° 9. D'ailleurs, la comparaison attentive des courbes des séries A, B, C, montre qu'un abaissement de température important s'est produit durant la période allant du 10 au 25 janvier, dans les thermomètres qui n'avaient pas encore présenté un fort gradient de température et qui sont situés profondément dans le barrage. Il faut remarquer que tous les thermomètres de novembre à avril, ont subi, les uns plus tôt, les autres plus tard, selon leur position, des chutes rapides de température, comprises entre deux baisses plus lentes. Le fait est intéressant à signaler, sans que l'on puisse apporter une explication satisfaisante de ce phénomène. Peut-être faudrait-il admettre

des étapes dans le refroidissement du béton, étapes révélatrices de transformations chimiques. Quoiqu'il en soit, le barrage n'a été complètement refroidi dans cette section qu'en avril, soit 13 mois après la reprise des travaux de mars 20 et 17 mois après la pose des thermomètres. La fermeture du grand joint de contraction, l'apport de masses considérables de béton frais ont amené les parties de l'ouvrage déjà refroidies à des températures certainement élevées. Faute de mesures au cours de la construction, nous ne pouvons connaître ces températures, mais le fait, qu'en novembre, nous mesurons encore 20° au sein de la masse est par lui-même très caractéristique.

Lorsque la cote 760 a été atteinte par l'eau, il existait dans la section des différences de température allant jusqu'à 12° ; fin mai, elles se réduisaient à environ 3°, mais les thermomètres marginaux tendaient nettement à monter. Durant la période des observations, le thermomètre N° 9 a baissé de 17°.

Zone III. Cote 763 à 785. Elle comprend deux séries de thermomètres. Série C (770-772). Fig. 12. Série D à la cote 780. (Fig. 13.) C'est la partie du barrage qui avait encore en novembre la température la plus élevée.

Série C. Rive gauche au contact avec le rocher, est placé le thermomètre N° 16 ; il indique un refroidissement continu que la montée de l'eau ne trouble pas. Sa situation sous une grande masse de béton, la proximité du joint de contraction J_3 récemment rempli, le fait d'un bétonnage plus tardif opéré dans la saison la plus chaude expliquent aussi bien la température élevée que la faible vitesse avec laquelle elle diminue. Rive droite, également au contact du rocher, le thermomètre N° 15 se refroidit plus rapidement ; l'épaisseur du béton qui le surmonte n'est pas moins considérable ; mais le bétonnage est plus ancien. Dès le mois de mars, la température en est stationnaire. C'est le 25 janvier que l'eau est arrivée à la hauteur de la cote 772. Les chutes plus rapides que l'on observe à plusieurs instruments, fin janvier, ne peuvent lui être attribuées, mais sont à rapporter au problème soulevé plus haut à propos d'observations analogues aux séries A et B. Ce n'est qu'à partir du 4 février qu'un palier subit se produit et se prolonge pendant près de deux mois ; le thermomètre de la rive droite y tend aussi. En comparant les températures à celle de l'eau par le thermomètre N° 29 placé à la même hauteur que le N° 12, on ne constate que de très faibles différences ; plus tard, en mai, lorsque l'eau se réchauffe la coïncidence persiste, tandis que le N° 15 reste stationnaire. Signalons à cette occasion, que le système de drains qui se trouve à l'intérieur du barrage peut jouer un rôle qu'il nous est impossible de préciser. Le N° 13, au centre de la section médiane, décroît plus lentement ; sa température ne semble pas tributaire du niveau de l'eau ; elle vient, une fois le refroidissement terminé, voisiner avec les indications du N° 15 semblablement placé au centre de la section latérale droite.

Le thermomètre N° 14 est à l'aval, à 90 cm. du parement ; il subit, dès que le refroidissement du béton est

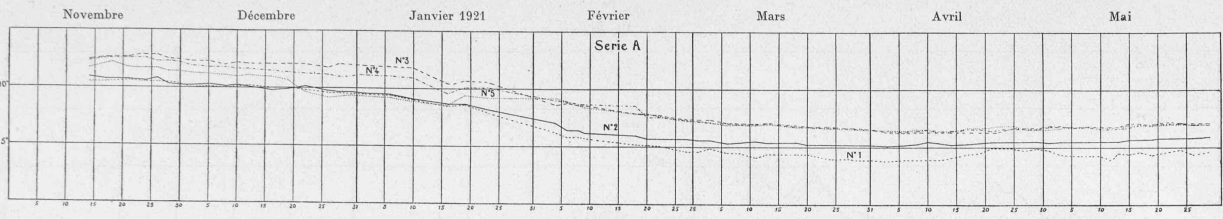


Fig. 10.

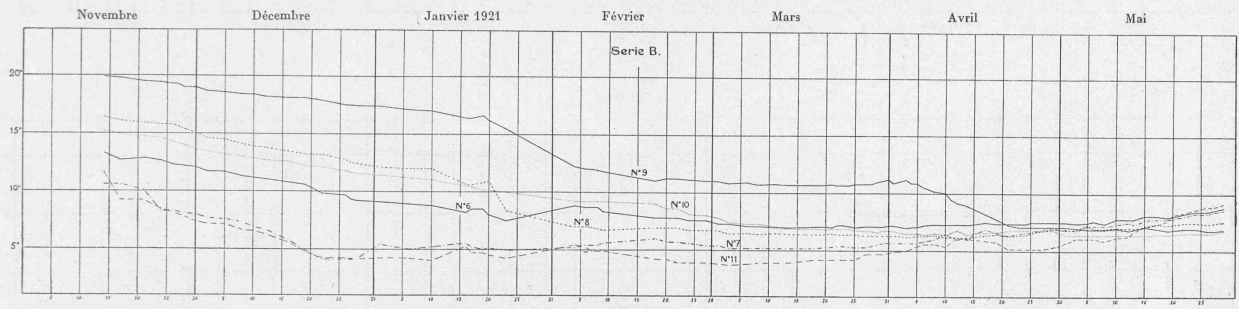


Fig. 11.

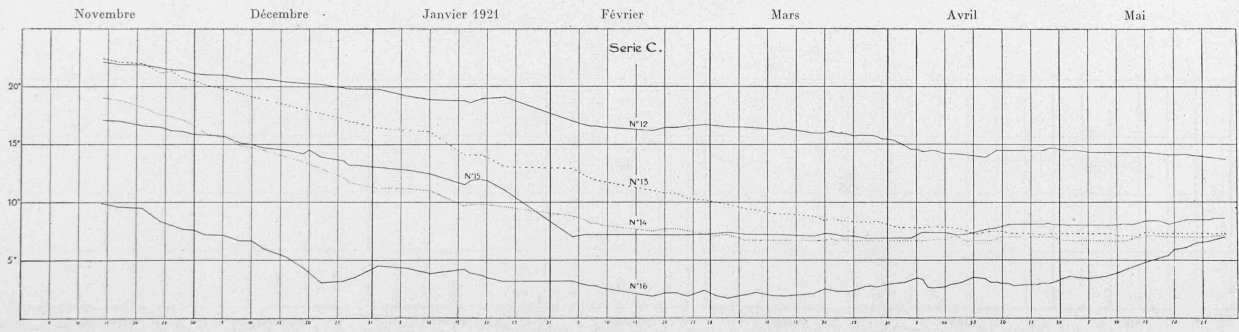


Fig. 12.

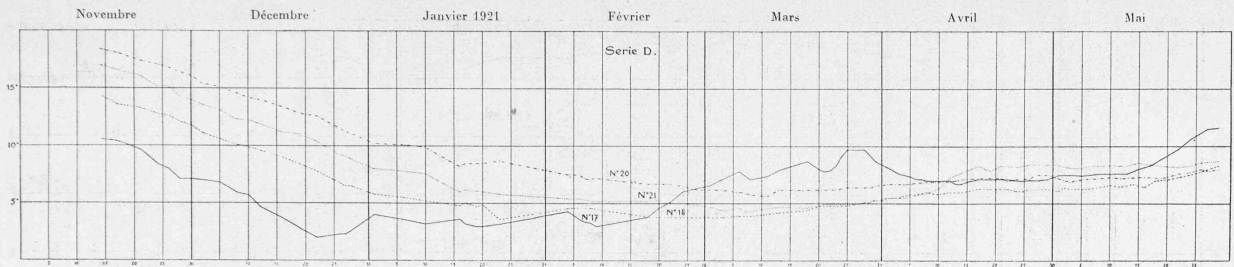


Fig. 13.

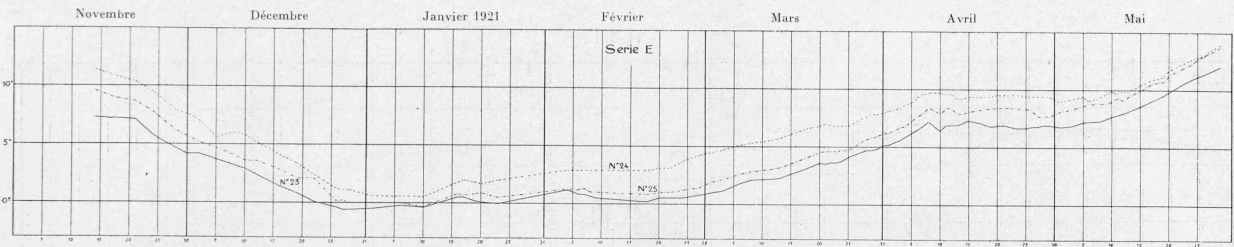


Fig. 14.

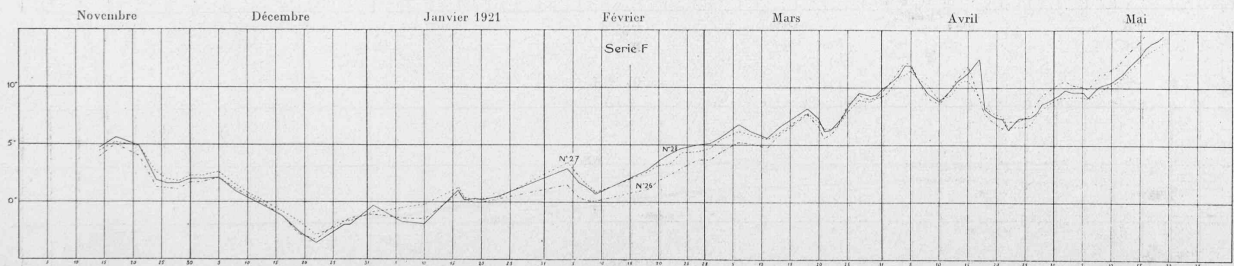


Fig. 15.

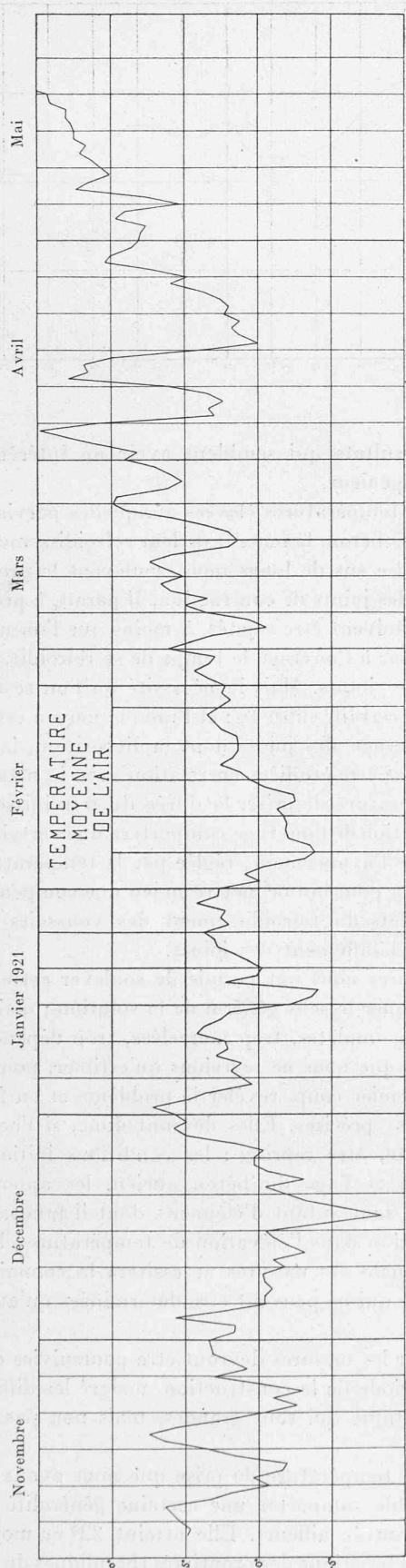


Fig. 16.

terminé l'action des variations de la température moyenne de l'air.

L'écart des températures dans la section médiane a atteint le même jour, 14° au maximum ; il s'est presque annulé, fin mai. La plus grande chute observée, au centre, de novembre à mai est de 15°. Si nous nous rapportons aux températures maxima de prise, nous avons de mai 1920 à mai 1921 une variation de température importante : Au N° 12, elle atteint 30°, au N° 13, elle ne dépasse pas 27°, enfin au N° 16, seulement 15°.

Série D. L'eau n'est pas descendue par l'utilisation de la vanne de vidange au-dessous de la cote 772 ; tandis qu'après avoir baigné pendant 20 jours, en février, le niveau 780, elle reste en dessous jusqu'au 26 mars, puis le dépasse de nouveau jusqu'à fin mai. Ce fait explique les variations du thermomètre N° 17 qui, jusqu'au remplissage du lac, suivait les fluctuations de la température moyenne de l'air. Placé à 1 m. à l'intérieur du barrage du côté amont, il marque avec un retard inférieur à un jour, l'arrivée de l'eau au niveau où il se trouve et prend la température de celle-ci très rapidement. Dès qu'elle a quitté le niveau 780, les indications du thermomètre obéissent à l'air avec moins de retard, semble-t-il, qu'auparavant. Le centre de la section médiane n'était pas arrivé à sa température la plus inférieure (N° 18), à l'époque du premier abaissement des eaux, au-dessous de la cote 780.

Après une période en palier, il remonte lentement, mais en restant constamment d'un degré plus bas que le thermomètre amont. Les N°s 20 et 21, dans les sections latérales gauche et droite, se refroidissent graduellement, atteignent leur minimum à peu de jours d'intervalle, puis remontent ; en avril, le N° 20 se range à côté du N° 17, mais n'y reste pas, tandis que le N° 21 s'élève au-dessus. La plus grande différence de température constatée dans la section médiane est de 6°. De novembre à mars la chute maxima a été de 10°.

Série IV. De la cote 785 au sommet. (Fig. 14 et 15.)

Lorsque les mesures ont été entreprises, le refroidissement était bien près d'être terminé dans la série E ; la température la plus élevée, au N° 24, section latérale gauche, ne dépassait pas 12°. A la fin de décembre la température la plus basse est atteinte — 0,7° par le thermomètre N° 23, situé dans la section médiane, à 1,30 m. du parement aval. Les thermomètres des sections latérales, plus profondément cachés suivent la même marche, retardée de quelques jours. La comparaison entre les températures moyennes de l'air (fig. 16)¹ et le graphique de la série E (fig. 14) montre qu'en établissant la courbe de température moyenne extérieure, pour un intervalle de temps supérieur au jour, on retrouverait facilement l'allure de nos courbes. Le niveau de l'eau a été maintenu au-dessus de la cote 790 pendant la seconde semaine d'avril, puis ensuite abaissé. Les thermomètres n'en ont pas été

¹ Pour calculer la température moyenne pendant une journée, on prend sur le graphique d'un enregistreur la température, toutes les deux heures et l'on forme la moyenne de ces valeurs. C'est ainsi que la fig. 16 a été établie.

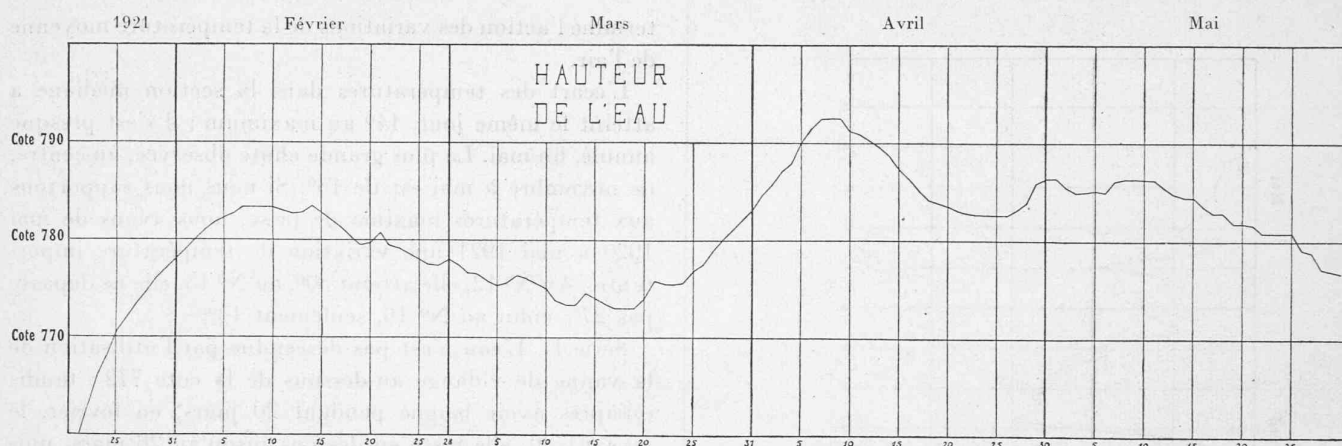


Fig. 17.

affectés ; du moins, on ne peut l'établir avec certitude ; la légère dépression qu'ils ont subie à cette époque coïncide aussi bien avec de fortes chutes de la température moyenne. Comme dans les séries précédentes, le thermomètre placé dans la section latérale gauche, N° 24, est le plus élevé. De novembre à fin décembre la variation maximum dans la section médiane est de 8° , de janvier à fin mai, de 15° . Dans les sections latérales : à droite, de novembre à janvier, 10° , de janvier à mai, 14° ; à gauche, de novembre à janvier, 11° , de janvier à mai 13° .

Série F. Tous les thermomètres présentent en novembre une température basse, environ 5° : la période de refroidissement est certainement terminée. Les thermomètres, noyés sous 1 m. de béton de trois côtés, ont des indications le plus souvent très voisines ; l'écart maximum atteignant $2,5^{\circ}$ certains jours, est dû à l'insolation qui n'est pas la même pour tous les instruments et dépend de la saison. L'eau n'a jamais atteint la cote 799 ; les variations sont dues uniquement aux fluctuations de la température extérieure ; lorsque la courbe des températures moyennes s'abaisse fortement, on peut constater cinq à six jours après un minimum commun aux trois thermomètres. Le cas est frappant en novembre et en avril. Lorsque la température croît, il est plus difficile de trouver la distance des maxima, car, dans la saison où les mesures ont été exécutées, la température extérieure a présenté des maxima relatifs successifs dont l'action sur les thermomètres a été amortie par le béton. Ils n'enregistrent plus qu'un effet moyen. La réduction de l'amplitude des variations est assez importante : les températures extrêmes, données par la fig. 16, ont été en décembre 6° , -8° , 6° , dans le barrage au même mois, elles ont été 2° , -3° , $-0,5^{\circ}$. Variation à l'extérieur du barrage : 14° ; à l'intérieur : 5° . De novembre à mai, l'écart maximum a été de 18° .

CONCLUSIONS

Laissant de côté dans ces conclusions les études et les travaux qui nous ont permis de transporter dans un chantier et d'appliquer à un barrage des méthodes de mesure jusqu'ici réservées au laboratoire, nous voulons souligner

quelques résultats qui semblent avoir un intérêt pour l'art de l'ingénieur.

I. — Les températures élevées auxquelles parviennent les masses de béton, la lenteur de leur refroidissement qui peut s'étendre sur de longs mois, soulèvent le problème de l'utilité des joints de contraction. Il paraît, à première vue, qu'ils doivent être rejetés, à moins que l'on ne consente à laisser à l'ouvrage le temps de se refroidir, avant de fermer les joints. Mais la nécessité où l'on se trouve de parer au retrait, subsiste ; et l'unique moyen est, malgré tout, l'usage des joints dont la disposition, la grandeur, doivent être étudiées en relation avec le maximum de la température de prise, la durée du refroidissement. La construction de l'ouvrage comportera une certaine distribution de l'avancement, réglée par la température du béton ; elle a pour but de mettre en jeu une compensation entre les effets du refroidissement des voussoirs et les effets de l'échauffement des joints.

Nos mesures nous ont permis de soulever cette question, d'indiquer le sens général de la solution ; mais elles sont trop incomplètes, trop morcelées, trop dépendantes d'influences que nous ne pouvions qu'estimer, pour pouvoir, du premier coup, révéler le problème et en fournir les solutions précises. Elles devront donc, si l'occasion s'en présente, être reprises ; les conditions initiales, la composition et l'âge du béton ancien, les apports de béton frais, sont autant d'éléments dont il faudra différencier l'action dans l'élévation de température ; l'interprétation finale des mesures nécessitera la connaissance de grandeur qui ne peuvent être déterminées qu'au laboratoire.

A l'avenir les mesures devront être poursuivies durant toute la période de la construction, malgré les difficultés d'ordre pratique qui sont grandes, mais non pas insurmontables.

II. — La température de prise que nous avons déterminée, semble comporter une certaine généralité ; nous l'avons retrouvée ailleurs. Elle atteint 22° en moyenne, elle est caractéristique des propriétés thermiques du béton, des réactions chimiques qui constituent la prise. En y ajoutant la température de préparation, on obtient la

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 colmatage 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 soulèvement, 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 $0,152 \text{ m}^2 = 1520 \text{ cm}^2$.

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.