Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 64 (1938)
Heft: 3

Artikel: Etude des pertes de charge dans les tuyaux en Eternit
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-49170

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: 15.07.2025

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

64e année — 29 janvier 1938 — N° 3

BULLETIN TECHNIQUE
DE LA SUISSE ROMANDE

ABONNEMENTS :
Suisse : 1 an, 12 francs
Etranger : 14 francs
Pour sociétaires :
Suisse : 1 an, 10 francs
Etranger : 12 francs
Prix du numéro :
75 centimes.
Pour les abonnements s'adresser à la librairie F. Rouge & Cie, à Lausanne.

Paraissant tous les 15 jours

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale. — Organe de publication de la Commission centrale pour la navigation du Rhin.

COMITÉ DE RÉDACTION. — Président : R. Neeser, ingénieur, à Genève. — Membres : *Fribourg :* MM. L. Hertling, architecte ; A. Rossier, ingénieur ; *Vaud :* MM. C. Butticaz, ingénieur ; E. Elskes, ingénieur ; Epitaux, architecte ; E. Jost, architecte ; A. Paris, ingénieur ; Ch. Thévenaz, architecte ; *Genève :* MM. L. Archinard, ingénieur ; J. Calame, ingénieur ; E. Odier, architecte ; Ch. Weibel, architecte ; *Neuchâtel :* MM. J. Béguin, architecte ; R. Guye, ingénieur ; A. Méan, ingénieur cantonal ; *Valais :* M. J. Couchepin, ingénieur, à Martigny.

Rédaction : H. Demierre, ingénieur, 11, Avenue des Mousquetaires, La Tour-de-Peilz.

ANNONCES
Le millimètre sur 1 colonne, largeur 47 mm :
20 centimes.
Rabais pour annonces répétées.
Tarif spécial pour fractions de pages.
Régie des annonces :
Annonces Suisses S. A.
8, Rue Centrale (Pl. Pépinet)
Lausanne

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE
A. Dommer, ingénieur, président ; G. Epitaux, architecte ; M. Imer ; A. Stucky, ingénieur.

SOMMAIRE : *Etude des pertes de charge dans les tuyaux en Eternit.* — *Commission centrale pour la navigation du Rhin.* — *En suivant la construction du barrage de Kembs* (suite), par Pierre Peitrequin, ingénieur à Lausanne. — Divers : *Congrès d'ingénieurs à Glasgow.* — Nécrologie : *Louis Maillard.* — Sociétés : *Section genevoise de la Société suisse des ingénieurs et des architectes.* — *Société vaudoise des ingénieurs et des architectes et Association amicale des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne.* — Bibliographie. — Service de placement. — Documentation.

COMMUNICATIONS DU LABORATOIRE D'HYDRAULIQUE DE L'ÉCOLE D'INGÉNIEURS DE L'UNIVERSITÉ DE LAUSANNE [1]

Etude des pertes de charge dans les tuyaux en Eternit.

I. Introduction.

La *Société Eternit S. A.*, à Niederurnen (Glaris), chargea le Laboratoire d'hydraulique de l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne de procéder à la détermination du coefficient de rugosité des tuyaux de sa fabrication. Cette étude conduisit à l'établissement d'une formule permettant le calcul rapide des pertes de charge et facilitant l'élaboration des projets de tout réseau d'alimentation en eau installé à l'aide de tuyaux « Eternit » du type communément utilisé en Suisse [2].

Nos essais ont montré, en outre, quelle est l'importance des pertes de charge provoquées par les coudes en éternit à grand rayon de courbure ou par les sinuosités pouvant subsister le long d'un tronçon rectiligne du fait de l'emploi des joints « Gibault » (fig. 1). Nous avons précisé enfin l'influence du nombre des joints sur les pertes de charge.

II. Résultats essentiels de l'étude.
(Pertes de charge en tronçons rectilignes.)

L'installation d'essai comportait des canalisations de 60 mm, 100 mm et 150 mm de diamètre nominal, composées de tuyaux neufs de 2,40 à 2,50 m de longueur. La longueur des tronçons d'essai varia, au cours de l'étude, de 15 à 25 m. Chaque expérience consista à écouler par

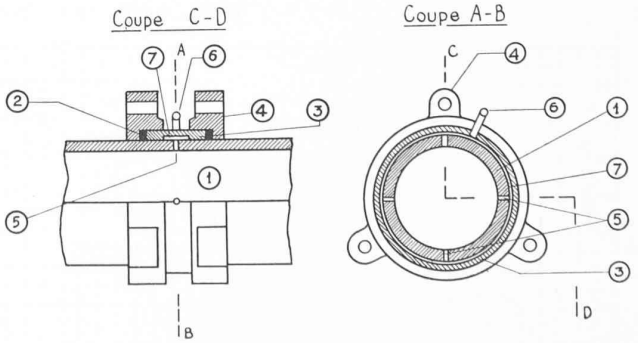


Fig. 1. — Coupes schématiques du dispositif de prise de pression. Cet ensemble est constitué par un joint Gibault dont fut alésé légèrement l'anneau de recouvrement 3, et sur lequel fut fixé le manchon de raccordement *6*.

1. Tuyau en éternit ; *2.* Bagues d'étanchéité en caoutchouc ; *3.* Anneau de recouvrement ; *4.* Brides de fixation avec orifice pour boulons de serrage ; *5.* Orifices de prise de pression proprement dit ; *6.* Manchon de raccordement au tuyau reliant la chambre annulaire à l'un des tubes du tableau piézométrique ; *7.* Chambre annulaire au sein de laquelle règne une pression moyenne.

[1] *N. d. la Réd :* Il y a lieu de citer parmi les publications récentes du Labotoire d'hydraulique de l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne :

« Action des vagues sur les digues à paroi verticale » par *A. Stucky*, professeur et *D. Bonnard*, ingénieur, « Bulletin technique » du 7. 12. 35.

« Contribution à l'étude expérimentale et analytique des chambres d'équilibre » par *A. Stucky*, professeur, « Bulletin technique » des 26. 9. 36 et 24. 10. 36.

« Contribution à l'étude expérimentale des digues maritimes en enrochements » par *A. Stucky*, professeur et *D. Bonnard*, ingénieur, « Bulletin technique » des 28. 8. 1937 et 15. 1. 1938.

[2] Des études semblables ont été faites à Berlin sous la direction de M. le professeur Ludin, à Zurich, sous la direction de M. le professeur Meyer-Peter, et à Padoue, sous la direction de M. le professeur Scimeni. Mais il s'agissait de tuyaux d'une plus grande longueur de fabrication que celle de la maison de Niederurnen, ou d'essais partiels effectués pour un diamètre seulement.

la canalisation un débit jaugé soigneusement [1] et rigoureusement constant. On mesurait en divers points du tracé la valeur de la pression à l'aide d'un ensemble manométrique constitué comme l'indiquent les fig. 1 et 2.

De ces mesures a été déduite la valeur des pertes de charge par unité de longueur, soit la quantité désignée par I dans les formules usuelles de la forme $v = K . R^m . I^n$. [2] Le débit et la section de la canalisation et, par suite, la vitesse v ayant été déterminés par ailleurs, le calcul donne la valeur du coefficient empirique K correspondant à chaque expérience. L'interprétation des courbes donnant les valeurs de K en fonction de celles de v, et cela pour diverses valeurs de m et n et pour divers diamètres de canalisation, permit de fixer en définitive le coefficient K et les exposants m et n, qui introduits dans l'expression ci-dessus donnent une formule valable. quelles que soient la vitesse d'écoulement et les dimensions de la canalisation en éternit.

Ainsi apparut d'emblée que, parmi les formules de la forme mentionnée, celle de Strickler ne pouvait être d'un usage commode. En effet, si nous adoptons pour les exposants de R et de I les valeurs $^2/_3$ et $^1/_2$, et établissons sur la base de nos essais le graphique $K = f(v)$ (fig. 3), on voit qu'à chaque vitesse correspond une valeur particulière du coefficient K et que cette valeur diffère encore selon le diamètre du tuyau envisagé. La formule de Strickler ne peut donc être pour les tuyaux en éternit d'un usage général.

[1] Nous avons appliqué pour le jaugeage des débits la méthode du diaphragme. Cette méthode peut, en bien des cas, remplacer avantageusement le jaugeage par déversoir à arête tranchante. Les diaphragmes utilisés furent construits dans les ateliers du Laboratoire selon les données des normes allemandes en la matière.

[2] Dans ces formules : v = vitesse en m : s ; I = perte de charge, en m par m courant ; R = rayon hydraulique, en m, soit le quotient $\frac{\Omega}{P}$, Ω = section de la veine liquide, P = périmètre mouillé (pour section circulaire $R = \frac{D}{4}$, D = diamètre) ; K = coefficient empirique caractérisant la rugosité de la canalisation. La formule de ce type la plus utilisée en Suisse est celle de Strickler, soit: $V = K . R^{2/3} I^{1/2}$.

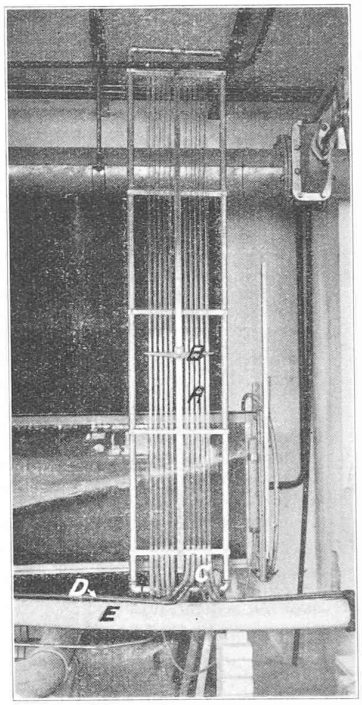


Fig. 2. — Tableau piézométrique. *A*. Tubes piézométriques ; *B*. Index horizontal pouvant être déplacé le long de la règle graduée centrale et amené en regard des niveaux d'eau; *C*. Pièces de raccordement des tubes piézométriques aux tubes métalliques ; *D*. Tubes métalliques reliant chaque prise de pression au tableau piézométrique.

Cet inconvénient disparaît si les exposants $^2/_3$ et $^1/_2$ sont remplacés par les valeurs 0,645 et 5/9 (fig. 4). Le coefficient K reste constant, égal à 140, quel que soit le diamètre envisagé, pour autant que la vitesse d'écoulement soit supérieure à 0,5 m : s. [1]

La formule valable pour le dimensionnement des canalisations en éternit devient donc $v = K . R^{0,645} I^{5/9}$, dans

[1] En cas d'écoulement à vitesse réduite (tendance à l'écoulement laminaire), les pertes de charge par frottement sur les parois ne seront plus prépondérantes ; à ces dernières viendront s'ajouter les pertes de charge par frottement interne (viscosité). Il y a lieu, alors, dans l'application de la formule, de tenir compte de ce fait en adoptant une valeur réduite du coefficient K. Dans la pratique, cette rectification n'interviendra que rarement, tout dimensionnement de canalisations se faisant pour le cas de débits maxima, donc des vitesses élevées (voir fig. 4, valeurs réduites de K pour vitesses d'écoulement faibles).

Représentation graphique des résultats des expériences.

Graphiques $K = f(v)$ pour les diamètres 60, 100 et 150 mm.

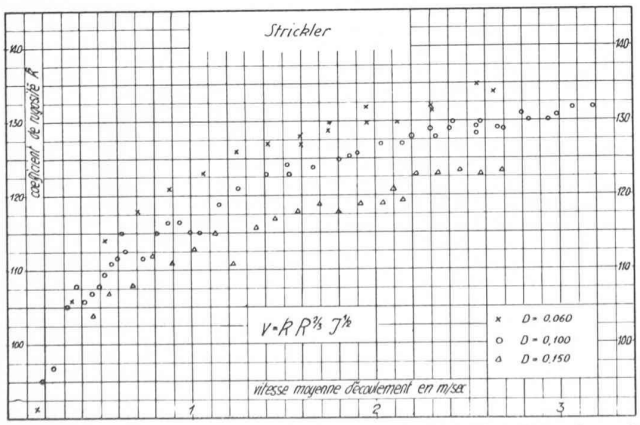


Fig. 3. — Application de la formule de Strickler. La valeur du coefficient empirique K loin d'être une constante de rugosité, varie avec la vitesse et le diamètre du tuyau. L'emploi de cette formule nécessiterait la détermination préalable dans chaque cas particulier de la valeur de K.

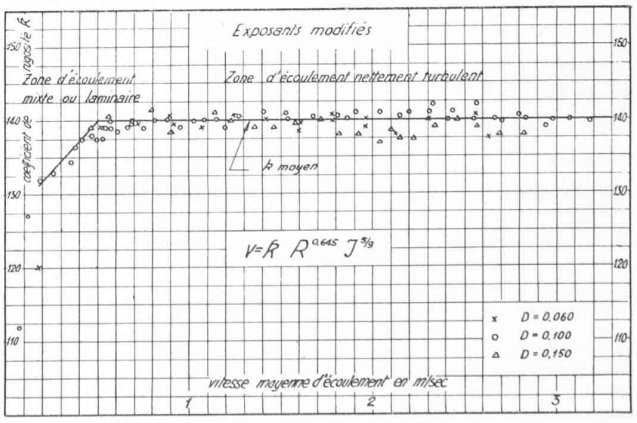
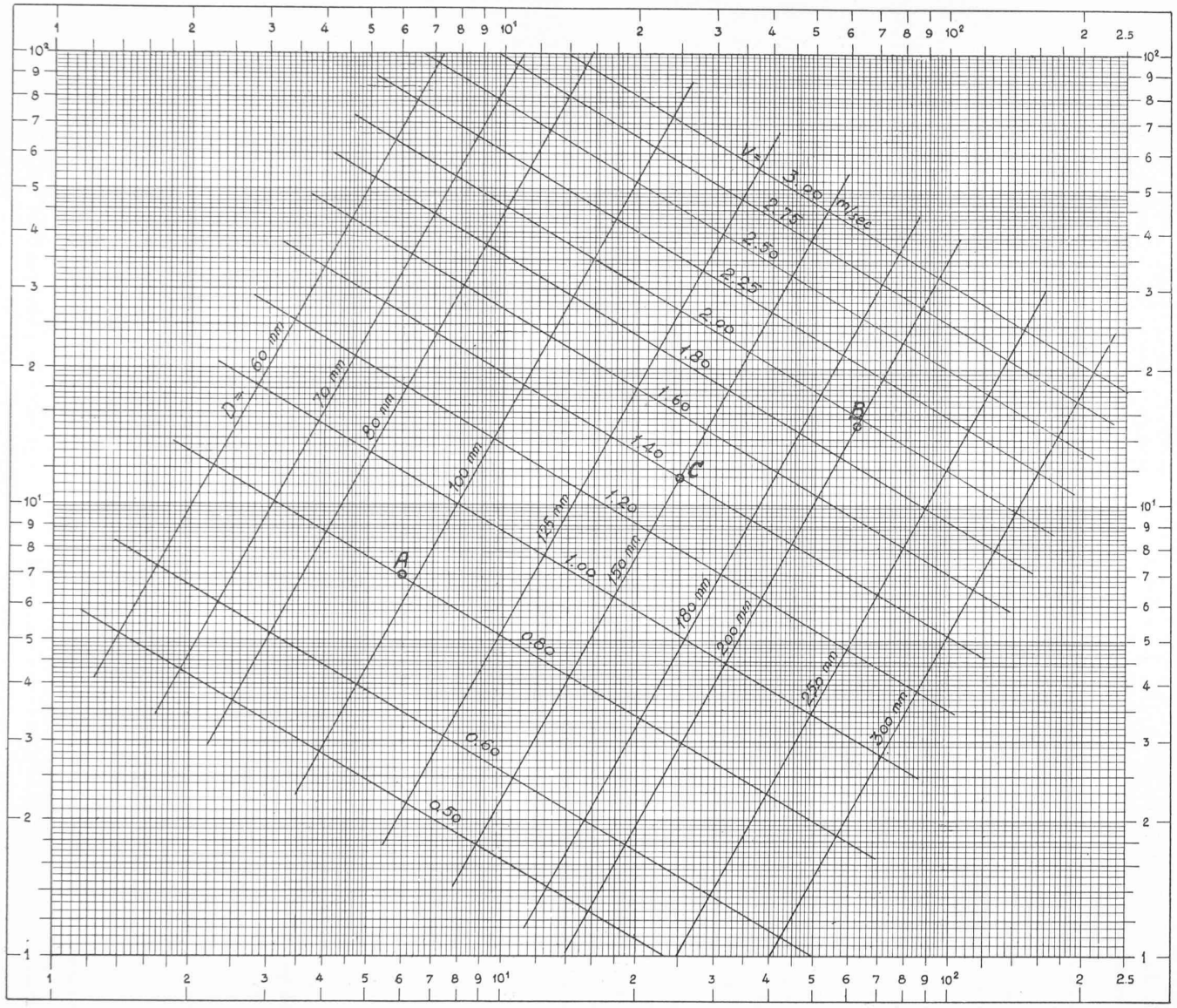


Fig. 4. — Application de la formule proposée. Quels que soient la vitesse (pour autant qu'elle dépasse 0,50 m : s) et le diamètre de la canalisation, on pourra admettre une fois pour toutes un coefficient K égal à 140. K est bien ici une constante caractérisant la rugosité.

Fig 5. — **Abaque pour le calcul des canalisations en éternit par la formule $v = 140 R^{0,645} J^{5/9}$.**



Soit à déterminer :

A. Le diamètre d'une canalisation.

Données : Longueur $L = 1000$ m ; charge disponible $H = 7{,}00$ m ; débit maximum = 6 l : s.

Le calcul donne : Perte de charge admissible par m courant

$$J = \frac{7{,}00}{1000} = 0{,}007 \text{ m} = 7 \text{ mm}.$$

Ces deux dernières valeurs définissent *sur l'abaque* le point A situé entre les droites obliques $D = 80$ mm et $D = 100$ mm. On choisira $D = 100$ mm. La vitesse maximum d'écoulement sera de 0,80 m : s.

B. Le débit maximum d'une canalisation.

Données : Longueur $L = 1000$ m ; charge disponible $H = 15{,}0$ m ; diamètre $D = 200$ mm.

Le calcul donne la perte de charge maximum admissible par m courant :

$$J = \frac{15{,}00 \text{ m}}{1000 \text{ m}} = 0{,}015 \text{ m, soit } 15 \text{ mm}.$$

Le diamètre et cette perte de charge définissent *sur l'abaque* le point B situé sur la verticale du débit cherché de 62 l : s. La vitesse d'écoulement sera alors de 1,96 m : s environ.

C. La charge nécessaire à évacuer un débit maximum donné.

Données : Longueur $L = 1000$ m ; diamètre = 150 mm ; débit maximum : 25 l : s. Ce diamètre et ce débit définissent sur l'abaque le point C situé sur l'horizontale $J = 11{,}5$ mm, soit 0,0115 m par m courant, d'où charge nécessaire : $1000 . 0{,}0115 = 11{,}50$ m.

N. B. — Les valeurs données par cet abaque sont valables pour des canalisations neuves.

laquelle toutes définitions et unités sont les mêmes qu'à la formule de Strickler. Le calcul des canalisations sera facilité par l'emploi de l'abaque de la fig. 5 au droit duquel figurent les indications utiles à son usage.

III. Questions connexes.

1. *Effet d'une augmentation du nombre des joints.*

Si le nombre des joints est augmenté, la perte de charge par frottement est accrue. On en tiendra compte dans le calcul en adoptant pour le coefficient K non plus la valeur 140, mais un chiffre légèrement inférieur.

Nos essais ont montré que pour des tuyaux de 100 mm de diamètre, le fait de doubler le nombre des joints (espacement de 1,25 m au lieu de 2,50 m) provoquait une réduction du coefficient K de 140 à 137. La différence est donc minime.

2. *Pertes de charge dans les coudes en fonte et les tronçons courbes équivalents en éternit.*

Nous avons écoulé divers débits dans deux tronçons à double courbure, de 100 mm de diamètre, disposés en plan comme indiqué sur la fig. 6. Le premier est constitué par deux coudes en fonte de 45° et deux tuyaux droits en éternit. Dans le second cas, les coudes de fonte ont été remplacés par des tronçons courbes en éternit à grand rayon de courbure. Les pressions ont été relevées aux points extrêmes A, B, C et D. Le résultat des mesures figure au graphique de la fig. 6. Nous avons, en outre, porté sur ce dessin la valeur des pertes de charge en tronçon droit de même diamètre. A égalité de longueur développée, tout changement de direction par coude en fonte provoque une perte de charge nettement supérieure à celle causée par un changement de direction équivalent en tuyaux en éternit courbes ; ainsi, pour une vitesse de 2 m par seconde, la perte de charge provoquée par les deux changements successifs de direction fut de 11 mm environ pour la canalisation entièrement en éternit et de 54 mm environ pour la canalisation munie de coudes en fonte.

3. *Pertes de charge provoquées par les légères déviations résultant de l'emploi de joints « Gibault ».*

Les pertes de charge mesurées sur une canalisation légèrement en zig zag, telle que donnée à la fig. 7, ne furent guère différentes de celles mesurées sur tronçons parfaitement rectilignes. La différence fut si faible que malgré la précision de nos mesures, nous n'avons pas pu la chiffrer.

Lausanne, octobre 1937.

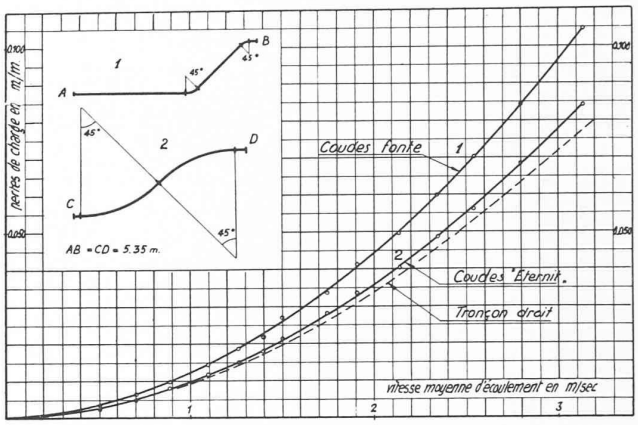


Fig 6. — Pertes de charge, en m par m courant de canalisation, mesurées sur deux tronçons courbes de longueurs égales, de 100 mm de diamètre, constitués l'un par des coudes en fonte (tracé A-B), l'autre, par des tuyaux courbes en éternit (tracé C-D). La ligne pointillée donne la valeur des pertes de charge dans une canalisation de même diamètre, mais rectiligne. La part des pertes de charge provoquée par les coudes (rapportée au m courant) est donnée, pour chaque vitesse d'écoulement, par la différence des ordonnées des tracés pleins et du tracé pointillé.

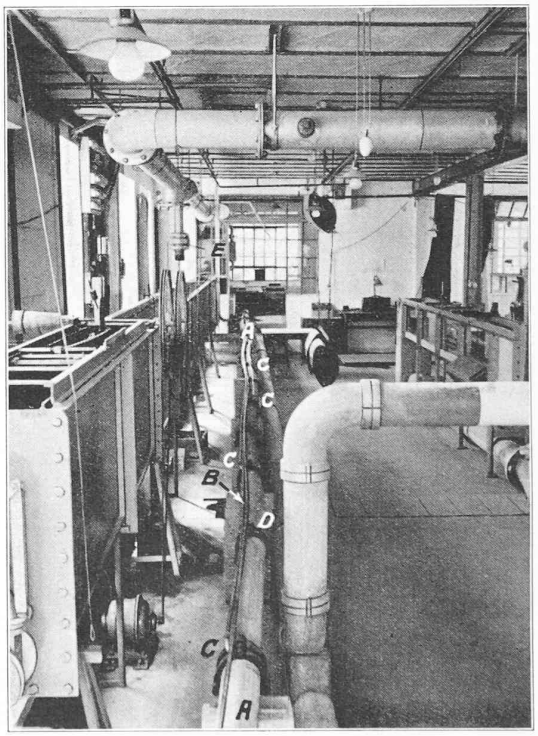


Fig. 7. — Vue de la canalisation d'essai. Cas de la conduite de 100 mm en « zig-zag ». A. Canalisation d'essai; B. Tubes raccordant les prises de pression au tableau piézométrique ; C. Prises de pression (voir fig. 1) placées au milieu de chaque élément de 2,50 m de long ; D. Joint Gibault (voir Fig. 1) ; E. Tableau piézométrique (voir Fig. 2).

COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

Compte rendu de la session de novembre 1937.

La Commission centrale pour la navigation du Rhin a tenu, à Strasbourg, sa deuxième session de 1937, du 11 au 13 novembre, sous la présidence de M. Jean Gout, ministre plénipotentiaire.

M. Paul Charguéraud a été nommé Commissaire de France et a présenté les pleins-pouvoirs qui lui ont été délivrés par le Président de la République française.

En sa qualité de Cour d'appel dans les litiges de navigation du Rhin, la Commission a rendu un jugement dans une affaire civile.