

La construction des turbines hydrauliques aux Etats-Unis

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **51 (1925)**

Heft 20

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-39537>

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.

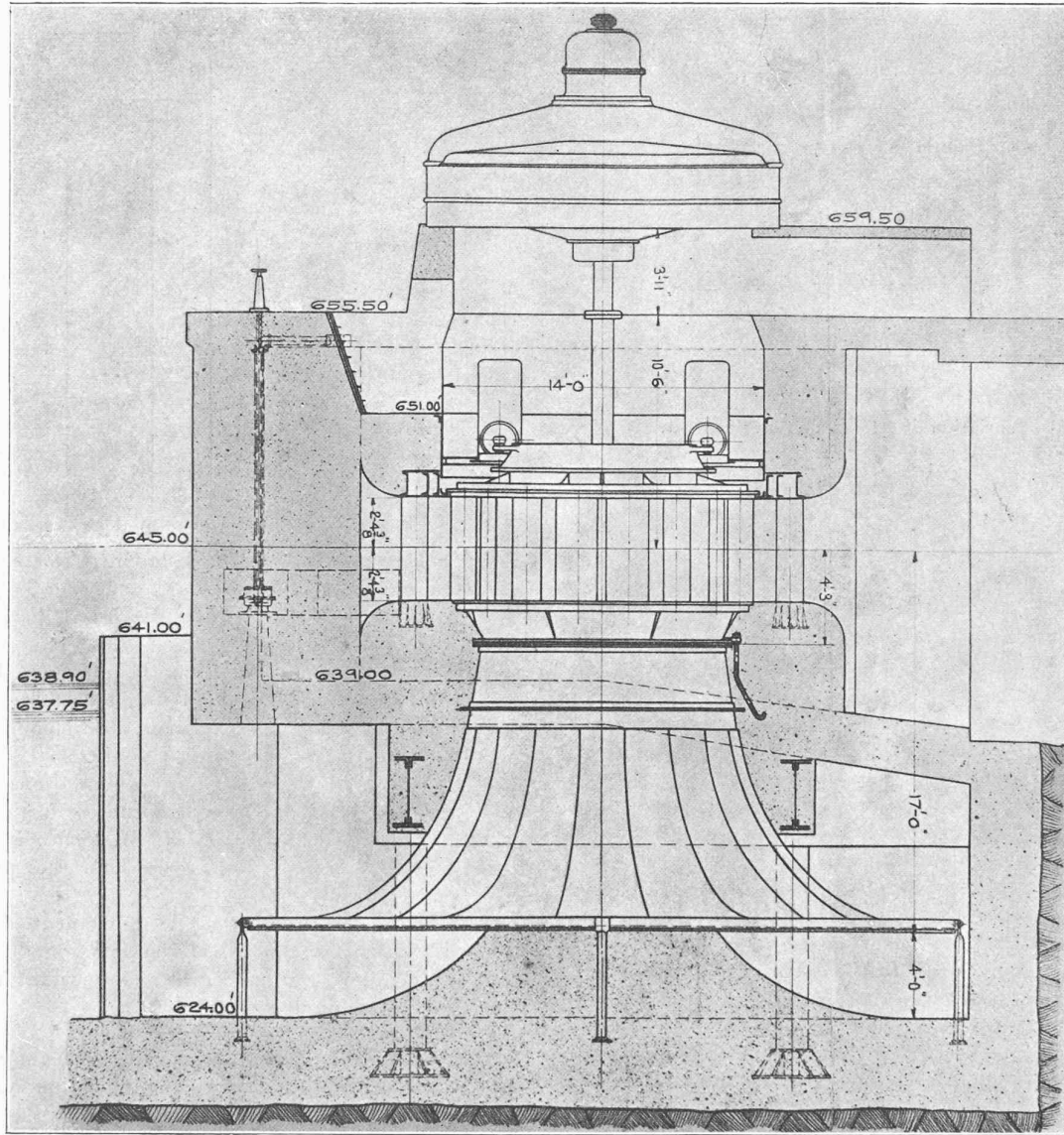


Fig. 4. — Turbine à hélice, système Moody, de l'« Illinois Northern Utilities Co ».

La construction des turbines hydrauliques aux Etats-Unis.

Au cours d'un meeting, tenu en janvier 1925, de la « Power Division » de la Société américaine des ingénieurs civils, M. Lewis F. Moody, le célèbre constructeur de turbines hydrauliques, a présenté une intéressante communication sur les turbines à hélice. Nous en résumons quelques passages.

Se basant sur les études de M. le D^r Strickler, M. Moody établit que pour des turbines « homologues », la perte de charge par frottement sur les pales de la couronne mobile est proportionnelle à la racine cubique du nombre des pales et inversement proportionnelle à la racine cubique du rayon maximum des pales. Exemple : la perte par frottement relative à une roue de 4 pales sera à la perte relative à une roue de 16 pales, dans

le rapport $\sqrt[3]{\frac{4}{16}} = 0.63$. Autrement dit, en réduisant de 75 %

le nombre des pales, on diminue de 37 % les pertes par frottement dans la roue. Par turbines homologues, M. Moody entend des turbines pour lesquelles le rapport de la superficie totale des aubes à l'aire du cercle correspondant est constant

mais qui diffèrent en ceci que les unes ont de nombreuses pales avec d'étroits et courts passages entre elles et les autres, un petit nombre de pales, avec de longs et larges passages, les sections de toutes les pales étant géométriquement

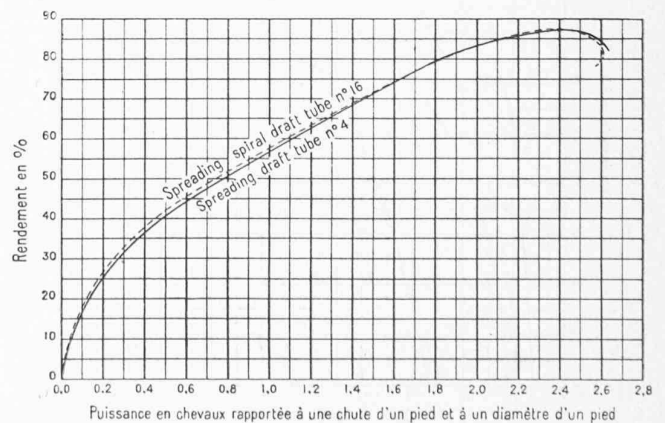


Fig. 3. — Comparaison des rendements des 2 variantes de tube d'aspiration système Moody représentées sur les figures 1 et 2.

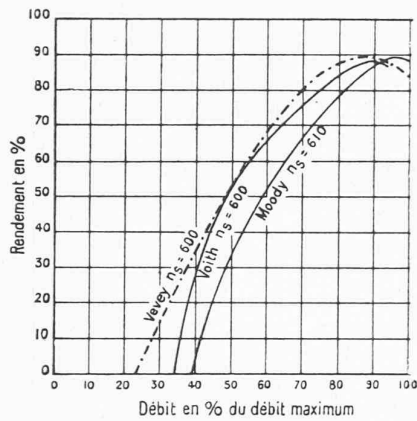


Fig. 5. — Variation de n_s en fonction du débit.

semblables et le rapport entre la longueur et la largeur des passages étant constant.

M. Moody illustre les progrès réalisés dans la construction des tuyaux d'aspiration qu'il a inventés, au moyen des deux croquis reproduits aux figures 1 et 2, qui représentent, à la même échelle, l'un, celui de la fig. 1, un « spreading draft-tube », l'autre, le nouveau type de « spreading spiral draft tube » dans lequel l'espace annulaire est suivi d'une embouchure en spirale en vue d'une récupération plus efficace de l'énergie encore inhérente à l'eau. Les deux courbes de la figure 3, relevées dans les mêmes conditions d'expérience, montrent que le rendement de ces deux tubes est pratiquement le même, bien que le tube de la figure 2 n'ait guère que la moitié de la hauteur de celui de la figure 1.

Le tableau ci-après récapitule les caractéristiques de plusieurs turbines à hélice type *Moody* construites en Amérique.

La figure 4 représente, schématiquement, une des turbines de 800 HP de l'Illinois Northern Utilities Co dont le constructeur a visé à réduire, dans toute la mesure possible, les dépenses d'établissement; parmi les mesures qu'il a prises dans ce dessein, citons le remplacement de l'anneau continu d'ancrage (Speedring) par des colonnes (Stay-vanes) en fonte visibles sur la fig. 4.

Nous avons groupé, sur le graphique de la figure 5, les courbes traduisant le rendement en fonction du débit 1° de

Turbines à hélice, système Moody

| | Puissance par unité HP | Chute m | Nombre de tours par minute | Nombre de tours spécifique | Nombre d'unités |
|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|
| La Gabelle, St-Maurice Power Co | 30 000 | 18,3 max. | — | — | 4 |
| Manitoba Power Co ¹ | 28 000 | 15,3 max. | 138,5 | 671 | 2 |
| Moreau Manufacturing Co (Feeder Dam) | 1 500 | { 5,8 max. 4,7 normal | 120 | 672 | 5 |
| Great Northern Paper Co (Madison) | 1 500 | 6,1 | 150 | 610 | 5 |
| Spruce Falls Co (Ontario) | 2 500 | 9,1 | 180 | 571 | 1 |
| Howard Smith Paper Co (Canada) | 350 | 2,44 | 99 | 598 | 2 |
| Dryden Paper Co (Canada) | 1 400 | 8,8 | 225 | 556 | 1 |
| Southern Canada Power Co (Canada) | 6 000 | { 10,4 max. 9,1 normal | 138,5 | 680 | 2 |
| Ronaoke Papers Power Co | 3 200 | 9,1 | 163,6 | 585 | 1 |
| Illinois Northern Utilities Co | 800 | 2,44 | 80 | 748 | 5 |

¹ Diamètre de la roue: 4,8 m.

la turbine *Moody* ($n_s = 610$) de la Great Northern Paper Co, 2° d'une turbine à hélice *Voith* ($n_s = 600$) et 3° d'une turbine à hélice¹ ($n_s = 600$) construite par les Ateliers de constructions mécaniques de Vevey.

Il ressort de ce graphique que la puissance de la turbine *Moody* s'annule quand le débit tombe à 38 % tandis que la turbine *Voith* a encore un rendement positif pour $Q = 0,34 Q_m$ et la turbine des Ateliers de Vevey, pour $Q = 0,23 Q_m$.

A titre de comparaison, nous reproduisons aux figures 6 et 7 deux séries de courbes empruntées à un très intéressant prospectus de la maison *J. M. Voith*, à Heidenheim, et qui mettent bien en lumière les heureuses propriétés des turbines Kaplan.

Les fig. 8 et 9 représentent le rendement de 2 turbines d'essai à hélice système *Moody* en fonction du « nombre de tours spécifiques », chaque courbe se rapportant à une « ouverture » différente du distributeur.

Au même meeting, un autre constructeur américain réputé, *M. Forest Nagler*, a fait une communication sur le système

¹ Les données nécessaires à la construction de cette courbe nous ont été obligeamment communiquées par M. R. Thomann, professeur à l'Université de Lausanne, chargé des essais de réception de la turbine en question.

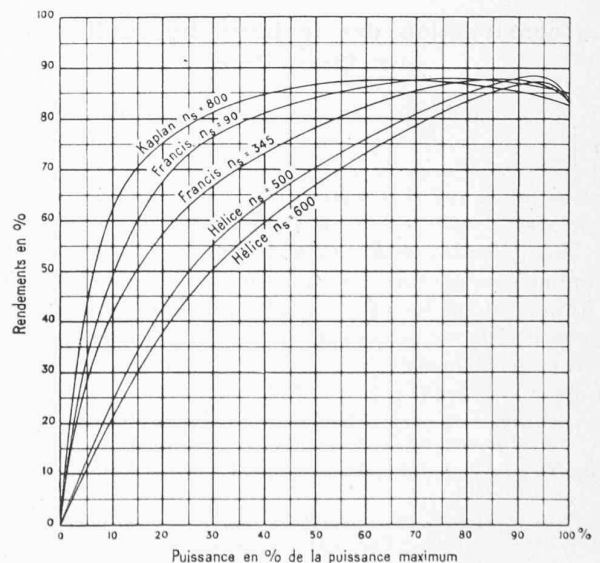
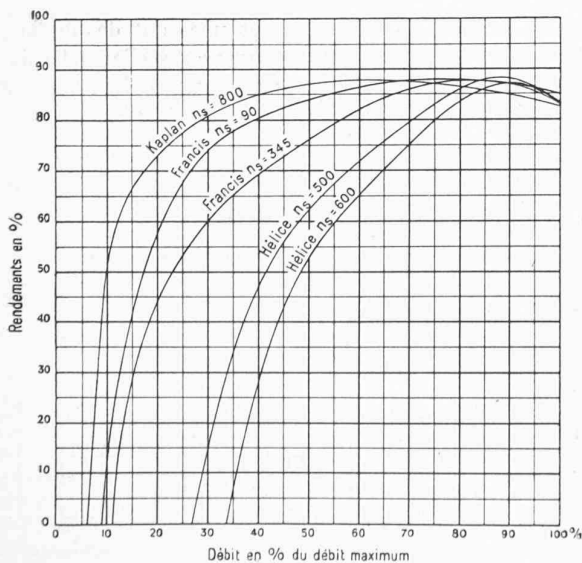


Fig. 6 et 7. — Rendements en fonction: 1° de la puissance et 2° du débit, de différents types de turbines *Voith*.

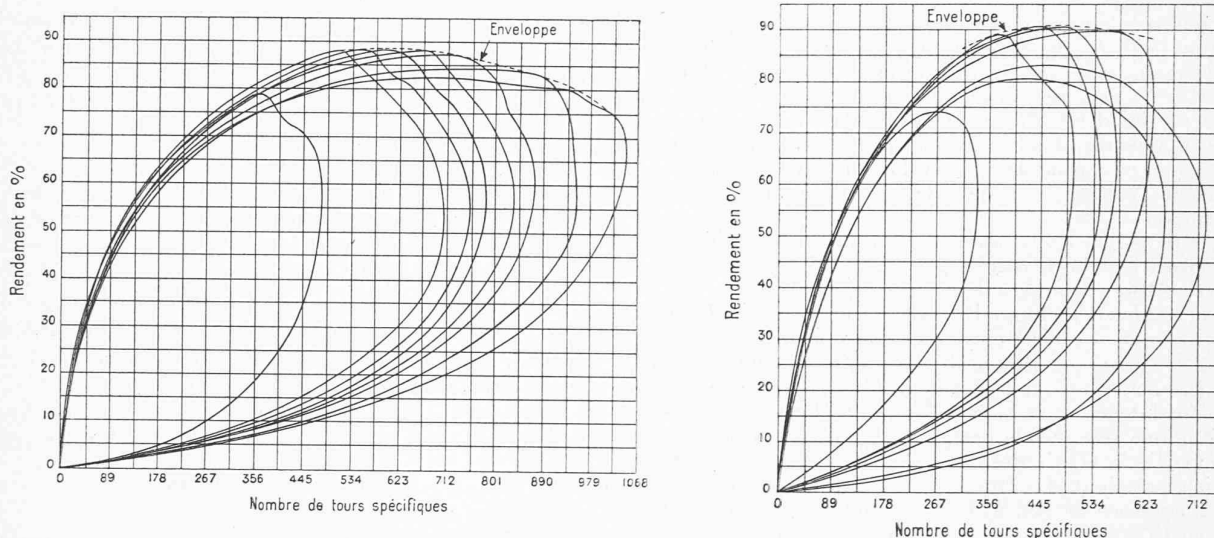


Fig. 8 et 9. — Résultats d'essais de 2 turbines à hélice Moody.

de turbines à hélice dont il est l'inventeur, caractérisé par un petit nombre de pales (4 généralement) ne se recouvrant pas et dont il a été construit plus de 100 unités dont le diamètre varie de 0 m. 76 à 4 m., la puissance, de 100 à 5000 HP par unité le « nombre de tours spécifique » de 400 à 1100, et la hauteur de chute de 0 m. 56 à 11 m.¹

Une turbine Nagler de 3 m. de diamètre, en acier coulé d'une pièce, à 4 pales, développant 2500 HP, sous une chute de 6 m. 40 et à une vitesse de 138,5 tours/minute, ce qui correspond à un $n_s = 694$, a présenté un rendement maximum de 91 % pour une « ouverture » correspondant à 91 % du débit maximum et un rendement de 78 % pour un débit de 55 % du débit maximum.

Le compte rendu du meeting reproduit la photographie d'une roue Nagler à 4 pales, d'un diamètre de 4 m., développant 2200 HP, sous une chute de 4 m., à une vitesse de 80 tours/minute, soit un $n_s = 687$. Cette roue, coulée en quatre parties, qui ne pèse que 7 700 kg., débite à peu près le 51 % du débit des turbines Francis de Keo Kuk dont les roues mesurent 5 m. de diamètre et pèsent 81 000 kg.

Quant aux *régulateurs*, M. Nagler est d'avis que leur rôle se réduira de plus en plus et qu'ils n'entreront finalement plus guère en ligne de compte dans la construction des turbines, éliminés par une judicieuse conjugaison des groupes et interconnexion des usines.

La maison J. M. Voith construit, pour l'usine de Kachlet sur le Danube, 8 turbines à hélice, utilisant une chute variable de 3 à 9 m. et développant une puissance maximum de 9500 chevaux. Les roues, de 4,6 m. de diamètre, ont 6 pales en acier coulées individuellement et fixées au moyeu, en acier coulé, lui aussi, à l'aide de boulons. Ces roues sont coulées dans les ateliers du *Bochumer Verein für Bergbau und Gussstahlfabrikation*.

SOCIÉTÉS

Cercle mathématique de Lausanne.

La séance constitutive du Cercle mathématique de Lausanne a eu lieu le mercredi soir 27 mai dernier dans une des salles de l'École d'Ingénieurs, rue de la Tour. M. Samuel May, profes

¹ Les établissements *Allis Chalmers MFC Co*, à Milwaukee, dont M. Nagler est l'ingénieur-conseil, s'imposent la règle de ne pas construire des turbines à hélice pour des chutes supérieures à 10 m.

seur au Gymnase Scientifique, qui présidait, a souhaité la bienvenue aux assistants au nombre d'une trentaine et leur a exposé le but du Cercle qui est de réunir périodiquement à des intervalles de quelques mois, tous ceux qui à Lausanne et aux environs, amateurs, ingénieurs ou professionnels, s'intéressent à une branche quelconque des mathématiques ou de leurs applications.

Conformément à l'ordre du jour publié par le *Bulletin technique*¹, M. le professeur M. Paschoud a fait un très intéressant et très bon exposé de la méthode de Ritz pour la résolution numérique de certaines équations aux dérivées partielles. Il a montré par deux exemples quel est le mécanisme de cette méthode si utile pour les ingénieurs.

M. le professeur G. Dumas a parlé de Fermat, Descartes et de la quadrature de la cycloïde. Il a lu en particulier deux lettres de Descartes à ce propos qui jettent un jour curieux sur la mentalité de leur illustre auteur.

Enfin, M. F. Vaney a donné quelques brèves indications sur divers ouvrages de mathématiques récemment parus.

Après une courte discussion sur l'organisation future du Cercle mathématique, MM. May, H. Favaz et Vaney ont été chargés de faire des propositions à ce sujet dans la prochaine séance qui est prévue pour la rentrée des vacances d'été.

La séance s'est terminée par une cordiale réunion autour de quelques verres de vin et de bière.

Groupe genevois de la G. e. P.

Son activité en 1924.

Les réunions mensuelles de janvier, février, mars, novembre, en ville, d'avril, à Chêne-Bourg, de juin à Carouge, de juillet, à Coligny, d'août, au Creux-de-Genthod, de septembre, à Thônex, d'octobre, à Loëx sont sans histoire, parce que sans causerie ou conférence.

En janvier, les Anciens Polytechniciens visitent de la cave au grenier l'immeuble de la société d'assurance « La Genevoise » et y sont fort aimablement reçus par la Direction ; ils ont l'occasion d'y examiner une centrale téléphonique automatique privée, que M. Gimmi, de l'Administration fédérale des téléphones, leur explique en détail. Ces connaissances préliminaires leur sont fort utiles, car ils vont en novembre à la station téléphonique automatique de la rue du Mont-Blanc, sous la conduite de MM. Jöhr et Müller ; ils peu-

¹ N° du 10 mai 1925.

- p La surface des pleins en élévation, 990 m².
- V La surface des vides en élévation, 2380 m².
- Q Le cube des maçonneries à mortier du viaduc = 11 560 m³.
- D La dépense = (Fr. 1 359 000 — 76 000) = 1 283 000 francs.

Avec ces données, nous avons les résultats ci-après :

$$\frac{Q}{S} = \text{le cube de la maçonnerie par m}^2 \text{ de surface en élévation} = \frac{11\,560}{3370} = 3,45.$$

$$\frac{V}{S} = \text{rapport des vides à la surface vue} = \frac{2380}{3370} = 0,71.$$

$$\frac{p}{S} = \text{rapport des pleins à la surf. vue} = \frac{990}{3370} = 0,29.$$

$$\frac{V}{p} = \text{rapport des vides aux pleins} = \frac{2380}{990} = 2,40.$$

$$\frac{D}{S} = \text{dépense par mètre carré de surface vue} = \frac{1\,283\,000}{3370} = 380 \text{ fr.}$$

$$\frac{D}{L} = \text{dépense par mètre courant de viaduc} = \frac{1\,283\,000}{179,50} = 7150 \text{ fr.}$$

$$\frac{D}{L \times l} = \text{dépense par mètre carré de surface horizontale} = \frac{1\,283\,000}{179,5 \times 8,40} = 850 \text{ fr.}$$

$$\frac{D}{Q} = \text{prix moyen de la maçonnerie} = \frac{1\,283\,000}{11\,560} = 110 \text{ fr.}$$

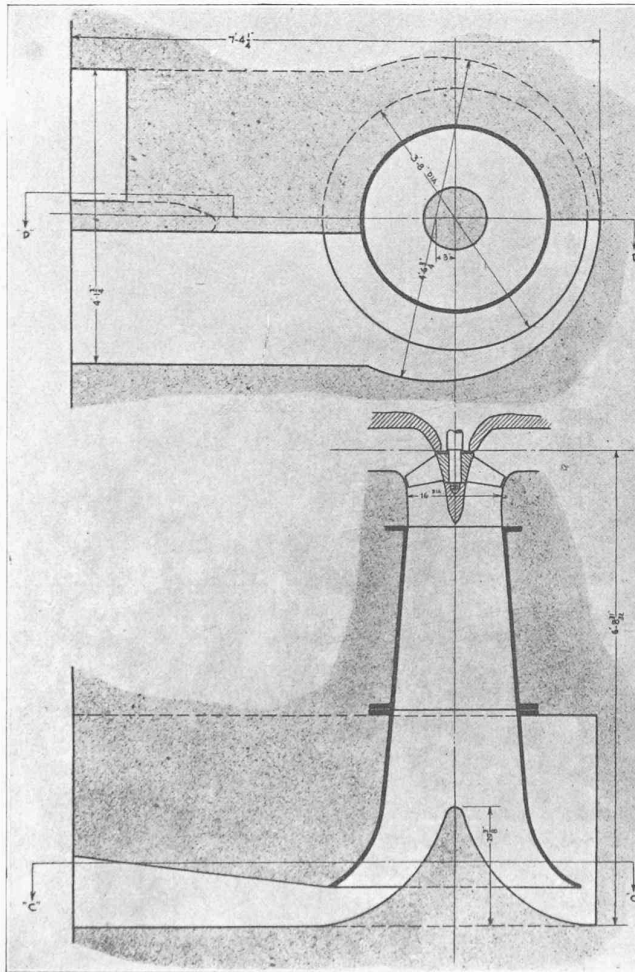
Si le prix moyen de la maçonnerie est aussi élevé, cela provient de la hausse des prix subséquente à la guerre, de la démolition de l'ancien ouvrage, des divers ripages du tablier métallique et des multiples sujétions dues au maintien du service de l'exploitation des trains.

Nous tenons à dire en terminant que les travaux ont été dirigés et surveillés sur place avec beaucoup de compétence et d'activité par M. *Ch. Chapuis*, fonctionnaire technique aux C. F. F.

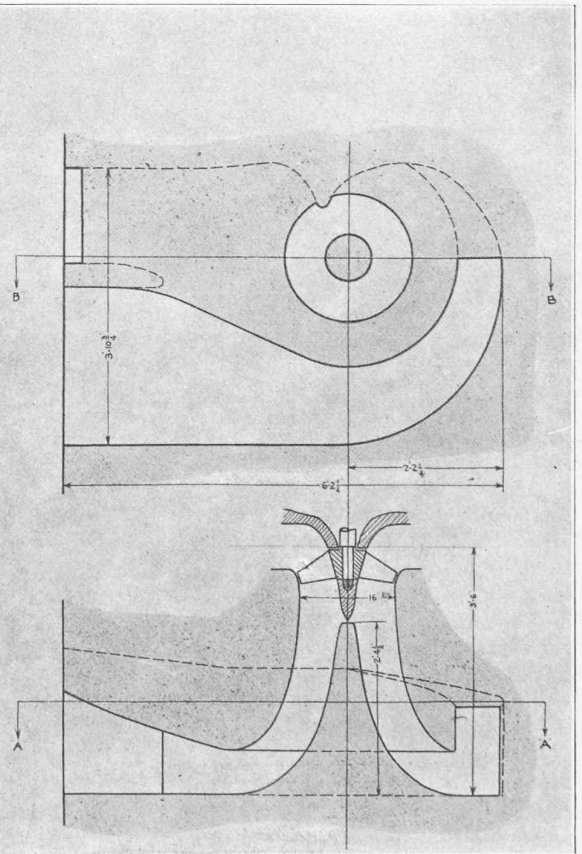
LA CONSTRUCTION DES TURBINES HYDRAULIQUES AUX ÉTATS-UNIS

Coupe C-C

Coupe A-A



Coupe D-D
Fig. 1. — Spreading draft tube No 4.



Coupe B-B

Fig. 2. — Spreading spiral draft tube No 16.

Fig. 1 et 2. — Deux variantes du tube d'aspiration système *Moody*, branchées sur la même turbine à hélice.