La cavitation dans les turbines hydrauliques

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **53 (1927)**

Heft 7

PDF erstellt am: **16.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-41047

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

productions plus modernes, mais ce fut un recommencement utile. Ils furent du reste supérieurement exécutés dans les ateliers, jeunes alors, de Louis Zwahlen, le distingué créateur de la maison, dès lors si réputée, dirigée maintenant par ses fils et gendres.

Ce fut aussi Louis Zwahlen qui entreprit la fabrication, si réussie, des volets en fer à jalousies, adaptés à toutes les fenêtres des trois étages supérieurs du bâtiment ; sauf erreur ce furent les premiers volets de ce système, français d'origine, fabriqués en Suisse ; on sait qu'ils se sont dès lors largement répandus.

Dans les travaux de *menuiserie* il y a lieu de signaler les boiseries de la petite salle d'audience ; elles furent confectionnées par la maison d'ébénisterie et de meubles Heer-Cramer à Lausanne, avec des bois de noyer de grande valeur et beauté ; ils provenaient d'anciens pressoirs du pays, vieux, alors déjà, de plus de cent ans ainsi que l'attestaient les dates marquées sur diverses pièces. Il eût été difficile de trouver et de faire mieux.

La cavitation dans les turbines hydrauliques.

Ce phénomène encore si mal élucidé a fait l'objet, le 23 avril 1926, d'une intéressante communication de M. le Professeur Dr *Jar. Hybl* à l'Académie des sciences de Bohême.

Soient, fig. 1, H_a la pression barométrique du lieu envisagé, c_2, h_2 et H_s la vitesse absolue de l'eau, la hauteur piézométrique et la hauteur d'aspiration en un point de l'arête de sortie de la roue d'une turbine hydraulique, c_s la vitesse de l'eau à la sortie du tube d'aspiration, on a :

$$h_2 = H_a - H_s - \left(\frac{c_2^2 - c_s^2}{2g} - \Sigma r\right) \qquad (1)$$

Σr désignant la somme des résistances dans le tuyau d'aspiration.

Si ε est le rendement du tube d'aspiration, on peut poser

$$h_2 = H_a - H_s - \varepsilon \frac{c_2^2}{2g} \qquad (2)$$

M. Hybl analysant le phénomène de *cavitation* — c'est-à-dire la formation d'espaces vides d'eau à l'intérieur de la veine liquide — au moyen d'une méthode dont on trouve l'exposé aux pages 75 et suivantes de l'ouvrage de M. le professeur *R. Thomann*, « Les turbines hydrauliques et les turbo-pompes », calcule que si la loi de *Henry* était rigoureusement applicable, la quantité d'air dégagé en fonction de h_2, exprimé en mètres de hauteur d'eau, serait représentée par les deux courbes de la fig. 2, l'une pour la température de 0° C, l'autre pour 25° C, le tout valable pour une pression atmosphérique de 9,6 m. d'eau (pression minimum à Prague). Par exemple, sous une pression $h_2 = 0{,}33$ m. et à 0° C le volume d'air dégagé par m³ d'eau serait de 1 m³, occupant donc la moitié de l'espace disponible.

Mais en réalité les choses ne se passent pas aussi simplement. Bien plus, M. Hybl déclare que le problème de la cavitation est si complexe qu'il échappe à toute analyse mathématique. Mais ce n'est toutefois pas une raison pour abandonner l'étude d'une question d'un intérêt capital et, donnant l'exemple, il a calculé la valeur de la fonction

$$H_a - \varepsilon \frac{c_{2max}^2}{2g}$$

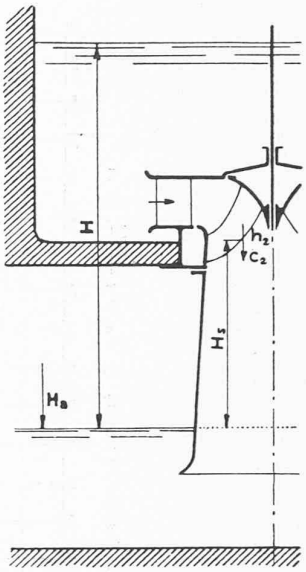


Fig. 1.

pour une série de turbines Francis dont les caractéristiques sont spécifiées dans le mémoire original (Bulletin de l'Académie des sciences de Bohême) conformément aux notations adoptées par M. Hybl dans son étude sur « La détermination des dimensions principales des turbines Francis » parue dans la « Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure ».

Les résultats de ces calculs sont résumés par les deux graphiques fig. 3 et 4, pour lesquels H_a (pression atmosphérique) a été pris égal à 9,6 m. d'eau et ε (rendement du tube d'aspiration) égal à 0,7. En admettant h_2 (hauteur piézométrique) = 0, on tire de l'équation (2), pour le cas de $c_2 = c_{2max}$,

$$H_s \text{ (hauteur d'aspiration)} = H_a - \varepsilon \frac{c_{2max}^2}{2g} \qquad (3)$$

de sorte que les ordonnées des courbes de la fig. 3 pourraient être envisagées comme une limite supérieure de la hauteur d'aspiration.

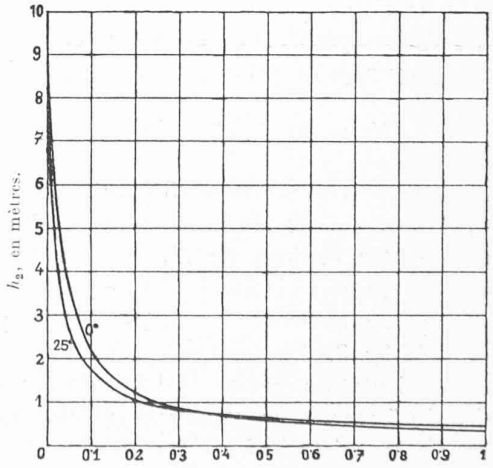


Fig. 2. — Quantités, en m³, d'air dégagé par m³ d'eau à 0° et 25° C.
Pression atmosphérique : 9,6 m, d'eau.

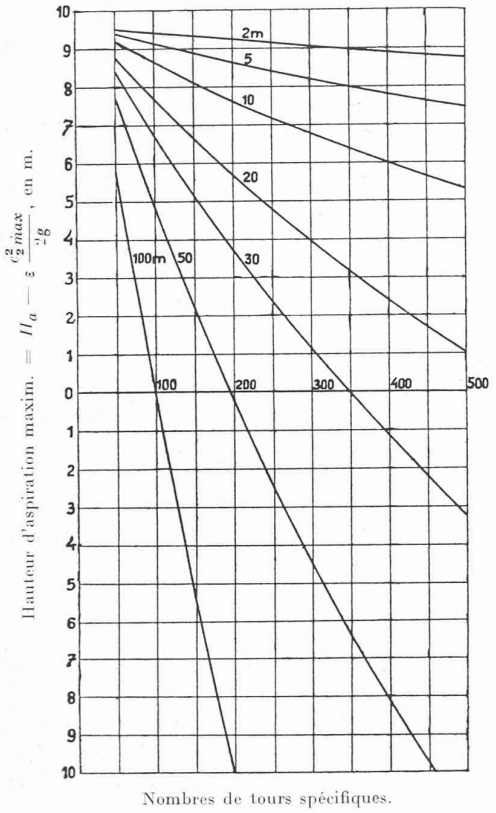


Fig. 3.

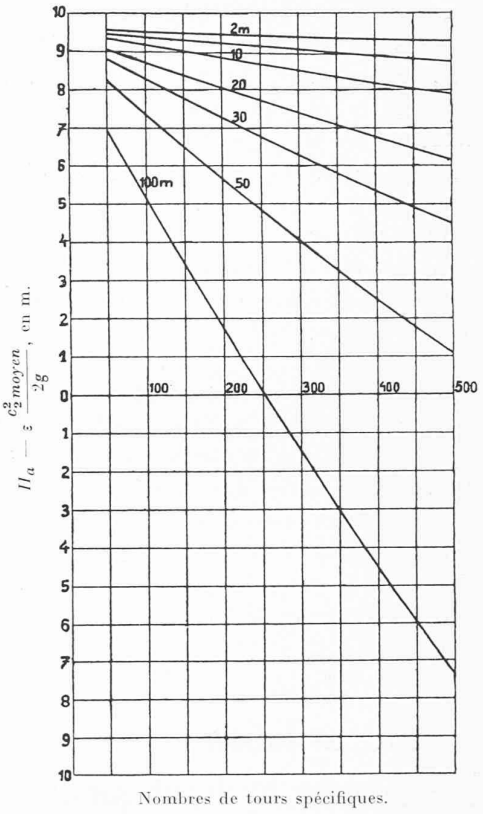


Fig. 4.

Relations entre la hauteur d'aspiration et le nombre de tours spécifique, pour différentes hauteur de chute et pour une pression atmosphérique de 9,6 m. d'eau, d'après le professeur *Hybl.*

Si on substitue, dans (*3*), c_{2moyen} à c_{2max}, on obtient l'équation

$$H_s = H_a - \varepsilon \frac{c^2_{2\,moyen}}{2g} \qquad (4)$$

à laquelle correspondent, naturellement, pour un n_s et un H donnés des valeurs de H_s supérieures à celles de l'équation (*3*).

Mais il faut bien se garder d'attribuer à ces prétendues limites un caractère objectif qu'elles sont loin de revêtir et, pour s'en convaincre il suffit de les comparer avec les H_s-limites que M. Hybl calcule, pour les mêmes données, au moyen de l'expression de *Rogers* et *Moody*[1] :

$$H_a - H_s - \varepsilon \frac{c_2^2}{2g} - kH$$

et qui sont représentées par la fig. 5 (page 81).

Comparant, par exemple, la fig. 3 avec la fig. 5, on voit que, pour $n_s = 280$ environ, les H_s concordent presque pour toutes les chutes mais que pour $n_s < 280$ les H_s de la fig. 5 sont plus grandes et pour $n_s > 280$, plus petites que celles de la fig. 3.

A titre d'orientation, nous reproduisons d'après le *Génie Civil* du 5 mars courant les valeurs maximum de H_s admises par la maison *Bell*, à Kriens, pour ses turbines-hélices.

[1] Cette expression dérive de celle du professeur *D. Thoma* commentée à la page 79 du *Bulletin technique* du 28 mars 1925.

Chute maximum	Nombres de tours spécifiques	Hauteur maximum d'aspiration
25 m.	500	3,0 m.
20 »	700	2,5 »
15 »	900	2,0 »
10 »	1000	1,5 »

Or l'application de la formule de Rogers et Moody impliquerait dans ces quatre cas, des H_s *négatives* et ridiculement grandes en valeur absolue, pour les n_s élevés.

Enfin, voici les valeurs *réelles* du H_s de quelques installations de turbines-hélices d'autres types :

Chute nette	Nombres de tours spécifiques	Hauteur d'aspiration
4,7 m.	728	1,2 m.
3,3 »	475	1,9 »
5,7 »	745	4,25 »
1,8 »	900	1,25 »

Rappelons que l'ouvrage *Hydraulische Probleme* (Hydrauliktagung 5 und 6 Juni 1925) dont nous avons rendu compte à la page 148 de notre numéro du 5 juin dernier, renferme l'exposé critique des études théoriques et expérimentales auxquelles avaient donné lieu à cette date les phénomènes de *cavitation*.

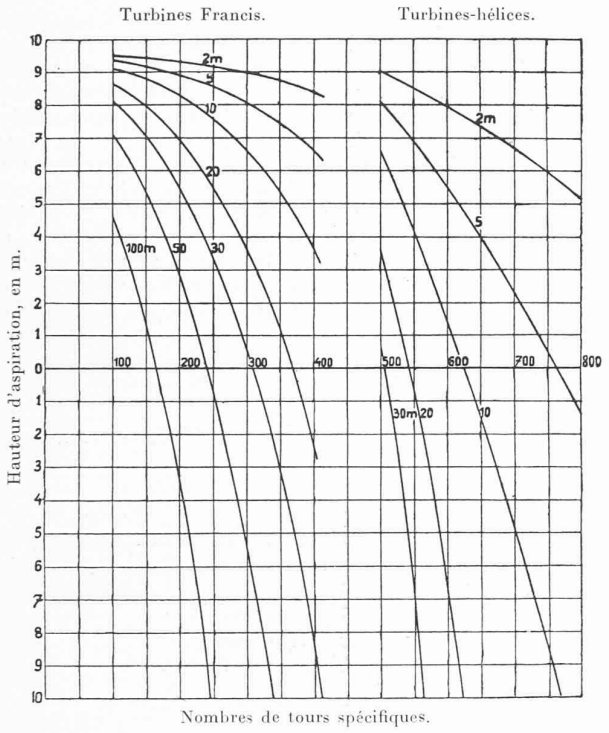


Fig. 5.

Hauteurs maximum d'aspiration en fonction de la hauteur de chute et du nombre de tours spécifique, calculées par le professeur *Hybl*, d'après la formule de *Rogers* et *Moody* et pour une pression atmosphérique de 9,6 m. d'eau.

Grue électrique, pivotante et roulante, pour tramways.

Cet engin, d'une force de 1700 kg., a été construit récemment par la *Linke-Hofmann Werke A.-G.*, à Cologne, pour le service des tramways de cette ville qui l'emploie à la manutention des rails.

La photographie ci-jointe représente cette machine composée d'un truck à 4 essieux et 2 plateformes en bout, d'une colonne avec grande couronne dentée commandant le mouvement de rotation de la grue, d'une flèche télescopique en fers profilés et tôles, et des mécanismes complets de rotation et de levage. La portée est variable entre 7,5 m., flèche complètement emboîtée, et 12,5 m., flèche complètement déboîtée, et à ces portées correspondent les charges maximum de 1,7 t. et de 1,35 t., respectivement. Le levage des charges (vitesse : 10 m/min.) et le télescopage de la flèche (vitesse : 20 m/min.) sont commandés par le même moteur et la rotation de la grue, d'amplitude réglable à volonté, est commandée par un moteur spécial. Un chariot-treuil, visible sur la figure, manœuvré à bras, sert au levage des petites charges au-dessous de la flèche.

Le truck à deux bogies mesure 8180 mm. entre tampons et le châssis inférieur a une longueur de 7280 mm. L'un des bogies, dont les essieux sont distants de 1800 mm., est actionné par les deux moteurs de traction, tandis que l'autre bogie, dont les essieux sont écartés de 1600 mm., n'est que porteur. La distance des pivots des bogies est de 3700 mm. Ecartement de la voie : 1432 mm. Le truck est équipé d'un frein à main agissant sur les huit roues. Tous les appareils de commande du truck et de la grue sont groupés dans les deux cabines couvertes.

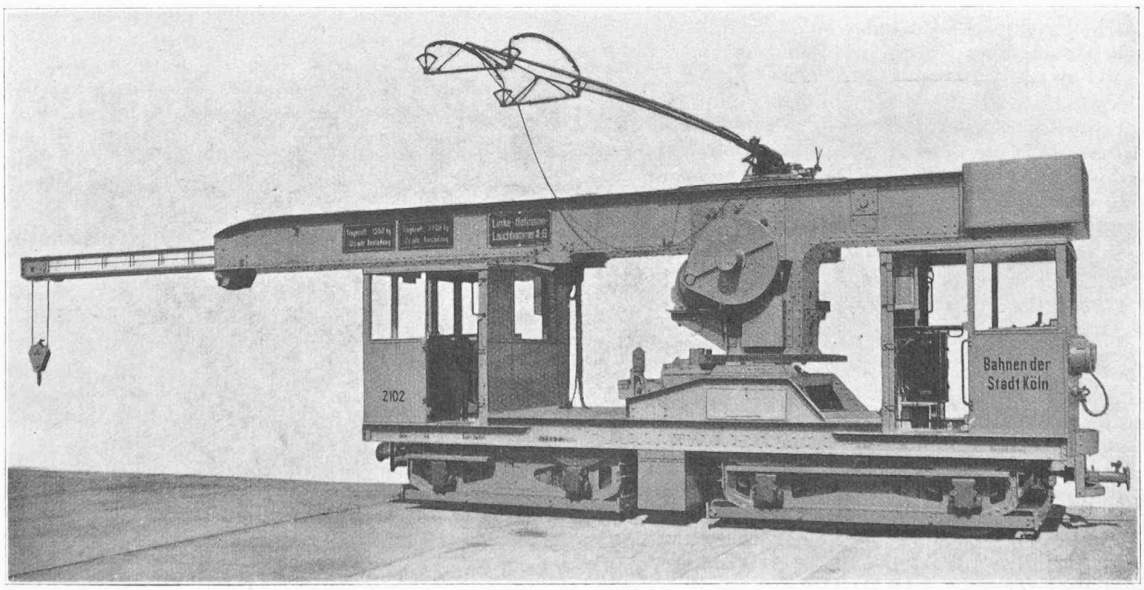
L'équipement électrique a été livré par l'*A. E. G.* Le truck est propulsé par deux moteurs-série, de 60 ch. chacun, sous 600 volts, le levage est commandé par un moteur-shunt de 8 ch. et la rotation par un moteur-série de 4 ch. Poids total du vagon-grue complètement équipé : 33 000 kg.

SOCIÉTÉS

Section genevoise de la Société suisse des Ingénieurs et des Architectes.

Rapport du Président sur l'année 1926 présenté à l'Assemblée générale du 17 février 1927.

Lors de notre dernière assemblée générale, notre Président, M. F. Fulpius, avait manifesté tous les regrets qu'il avait eus de constater que pendant trois ans aucun architecte ne s'était joint à notre Société. L'année 1926 nous a permis de combler



Grue à flèche télescopique pour la pose des voies de tramways.