Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 52 (1926)
Heft: 7

Artikel: Sur le mode de couplage le plus favorable des machines
Autor: Thomann, R.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-40273

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: 08.07.2025

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

$M_F = 100$ dans les conduites neuves à enduit parfaitement lissé et dans les conduites où la nature de l'eau a poli le revêtement.

88 dans les conduites neuves bétonnées avec soin dont le béton a été damé sur un moule-noyau en tôle, mais sans enduit lisse.

85 dans les conduites formées par l'assemblage d'éléments bétonnés séparément et après quelques années de service.

76 dans des conduites mal entretenues et depuis longtemps en service.

Il ne s'agit là que de valeurs approchées et le tableau de chiffres, établi par M. Forchheimer sur 43 données différentes, ne présente pas moins de 5 valeurs de M inférieures à 70, 6 valeurs comprises entre 70 et 76 et, à l'autre extrémité, 4 valeurs supérieures à 100 avec un maximum de 108 correspondant à une conduite ⌀ 800 mm. en béton, essayée par Bazin à l'état neuf en 1895.

M. *Strickler*, chef de section au Service fédéral des Eaux à Berne, a, de son côté, soumis au calcul d'une manière tout à fait indépendante le riche matériel statistique à sa disposition et portant principalement sur des cours d'eau naturels. Il y a ajouté des calculs faits sur des galeries d'amenée en charge de plusieurs installations de *Suisse*. Nous avons reproduit à la page 78 ceux de ces résultats qui nous ont paru être les plus intéressants et y avons ajouté un dernier résultat de l'usine du *Refrain* sur le Doubs.

M. Strickler adopte, à la suite de ses diverses comparaisons, les cœfficients $\mu = {}^2/_3$, $\nu = {}^1/_2$ ce qui le conduit, pour les galeries essayées, aux cœfficients (M_S) indiqués dans le Tableau de la page 78 que nous avons complété en ajoutant, à titre comparatif [1], les cœfficients de Forchheimer (M_F).

Une autre question résolue par *M. Strickler* est celle de la comparaison des coefficients des différentes formules de l'écoulement uniforme. Nous n'hésitons pas à reproduire ici partiellement l'excellent tableau comparatif qu'il a établi [2] et que nous avons rédigé, à nouveau, en tenant compte surtout des différentes catégories intéressant les galeries d'amenée et en indiquant les coefficients des différentes formules dont il a été question plus haut. Nous y ajoutons le coefficient de la formule de *Manning*, simplement parce qu'étant l'inverse de celui de la formule de Ganguillet et Kutter, il montre d'un coup d'œil le peu de distance qui sépare cet ancien coefficient des coefficients nouveaux.

Cet essai de coordination des coefficients, qui a son intérêt, ne doit cependant pas tromper. Malgré le soin apporté dans les essais effectués, on est généralement obligé de constater que, pour deux conduites différentes mais dans lesquelles les conditions d'écoulement sont apparemment semblables et même dans une seule conduite, quand on fait varier la vitesse, les coefficients présentent encore des différences appréciables.

Les formules actuellement utilisées ne paraissent donc pas être encore définitives, car il se produit sans doute, même dans l'écoulement uniforme, des troubles secondaires qu'on n'est pas à même, vu la nature de l'observation, d'établir exactement.

Il convient donc toujours d'être prudent dans la conclusion qu'on tire de la valeur de la perte de charge, quand celle-ci n'est établie que sur le choix d'un coefficient, tiré des sources mêmes les plus sûres, et ne repose pas sur des résultats d'essais directs.

Les deux tableaux de chiffres de la page 77 donnent, pour diverses valeurs du diamètre de la galerie et pour diverses valeurs de la vitesse, la perte de charge en mètres par kilomètre de longueur de galerie. Les valeurs calculées montrent l'ordre de grandeur de la perte de charge auquel on peut s'attendre et la concordance des principales formules qui viennent d'être rappelées.

[1] Le cœfficient de Forchheimer (M_F) se déduit aisément de celui de Strickler (M_S) puisqu'on a :

$$W_o = M_S \,.\, \mathfrak{R}^{0,667} \,.\, J^{0,5} = M_F \,.\, \mathfrak{R}^{0,7} \,.\, J^{0,5} \,.$$

[2] *Strickler*, op. cit. p. 46.

Sur le mode de couplage le plus favorable des machines,

par M. R. THOMANN, professeur à l'Université de Lausanne.

Dans une note parue au numéro du 21 novembre 1925 du *Bulletin technique* nous avons démontré que le couplage le plus favorable de deux turbines hydrauliques est réalisé lorsque l'expression

$$\varphi = \eta + Q\frac{d\eta}{dQ}$$

a simultanément la même valeur pour les deux turbines, η étant le rendement et Q le débit des turbines.

Or cette condition est valable non seulement pour deux mais pour un nombre arbitraire de turbines. Si, par exemple, il s'agit de conjuguer une troisième turbine (d) avec deux turbines (a) et (b) déjà en service, on considérera les deux machines (a) et (b) comme constituant une unité (c) travaillant en régime optimum, à accoupler avec (d) de façon que la condition

$$\varphi_c = \varphi_d$$

soit satisfaite. Il en sera de même lorsque (a) et (d) ou (b) et (d) considérées respectivement comme une unité (c) seront conjuguées avec une troisième turbine, sous la condition de l'égalité des φ. Il résulte immédiatement de ces considérations que la condition générale pour la conjugaison optimum d'un nombre quelconque de turbines est que les φ relatifs à chacune d'elles aient simultanément la même valeur. (Voir fig. 1.)

On arrive au même résultat par la voie analytique. En effet, moyennant quelques transformations, on peut écrire

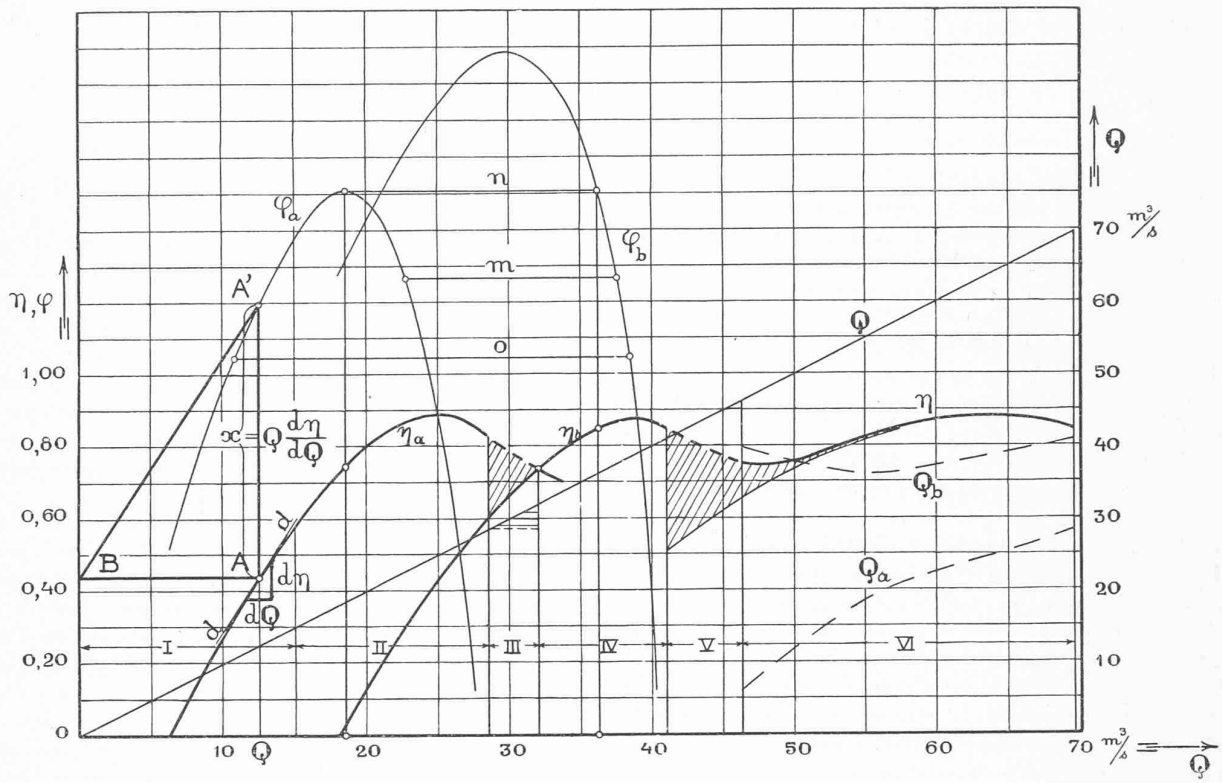

Fig. 1. — Turbine (a) : turbine-hélice ; $n_s = 600$; $Q_{max.} = 28{,}5$ m³/sec.
Turbine (b) ; » $n_s = 720$; $Q_{max.} = 41$ m³/sec.

Mode de service. — Zones *I* et *II* : la turbine (a) utilise, seule, tout le débit disponible. — Zone *III* : turbine (a) seule en service, excédent de débit — Zone *IV* : la turbine (b) utilise, seule, tout le débit disponible. — Zone *V* : turbine (b) seule en service, excédent de débit. — Zone *VI* : les deux turbines (a) et (b) couplées de façon que φ_a est toujours égal à φ_b

Pour adapter cette figure au cas général, il suffit de remplacer Q par N.

$$\varphi_c = \eta_c + Q_c \frac{d\eta_c}{dQ_c} = \varphi_a \frac{dQ_a}{dQ_c} + \varphi_b \frac{dQ_b}{dQ_c}$$

$$dQ_c = dQ_a + dQ_b$$

Q_c devant alors, évidemment, être considéré comme une variable. Pour réaliser la conjugaison optimum de (a) avec (b) pour chaque valeur de Q_c, φ_a devant être égal à φ_b, il s'ensuit que

$$\varphi_c = \varphi_a = \varphi_b = \varphi_d$$

Généralisation.

Ce procédé peut être appliqué à des machines autres que les turbines, à la seule condition de remplacer les débits d'eau par les *puissances consommées*. Soient P_a, P_b et P_c les valeurs de ces puissances pour les machines (a) et (b) et pour ces deux machines accouplées : la puissance *fournie* par ces machines sera

$$\eta_c P_c = \eta_a P_a + \eta_b P_b$$

Si, pour une valeur donnée de la puissance P_c le rendement η_c des deux machines accouplées doit être maximum, l'examen de la forme de l'équation montre immédiatement qu'on doit avoir, de nouveau,

$$\eta_a + P_a \frac{d\eta_a}{dP_a} = \eta_b + P_b \frac{d\eta_b}{dP_b}.$$

L'expression générale de φ étant de la forme

$$\varphi = \eta + P \frac{d\eta}{dP}$$

les courbes représentatives de φ peuvent être tracées de la même manière que dans le cas spécial des turbines hydrauliques, quand le rendement η est connu en fonction de la puissance consommée. Les valeurs correspondantes de P relatives à deux ou plusieurs machines accouplées en parallèle satisferont alors à la condition

$$\varphi_a = \varphi_b = \varphi_c$$

et pourront être lues, sans autre, sur le graphique, en tant qu'abscisses correspondant à d'égales valeurs de φ.

Les machines (a) et (b) peuvent être de constructions différentes ou constituer déjà une combinaison de deux machines (par exemple : turbo-génératrices), sous la réserve, évidente, que les puissances consommées seront mesurées au moyen des mêmes unités ; en outre, ce calcul n'a un sens, au point de vue économique, que si les prix unitaires de ces puissances sont les mêmes pour toutes les machines ou tous les groupes de machines envisagés.