Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 56 (1930)
Heft: 3

Artikel: Diffuseurs pour turbines hydrauliques
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-43484

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: 12.07.2025

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

Au cours de la série de conférences organisées, à Lucerne, en novembre dernier, par la « Société pour la diffusion de l'énergie électrique en Suisse » (« Elektrowirtschaft »), sous le patronage de l'« Union de centrales suisses d'électricité », la cuisine électrique a fait l'objet de plusieurs intéressantes communications, dont une, celle de M. W. Pfister « Gas und Elektrizität in der Schweiz » a déjà été reproduite dans le « Bulletin » de janvier dernier de l'« Association suisse des Electriciens » et dont une autre, de M. F. Mörtzsch « Physikalische Grundlagen des elektrischen Kochens und wirtschaftliche Vorteile der elektrischen Grossküche » paraîtra dans un prochain numéro dudit « Bulletin ».

Toutes ces conférences qui visaient, outre les applications thermiques domestiques de l'électricité, ses applications à l'agriculture, et l'organisation rationnelle des efforts en faveur de la diffusion des emplois de l'énergie électrique, ont été réunies en un numéro spécial, fort bien présenté, de la revue « Elektrizitätsverwertung », en vente au prix de *3 fr.*, aux bureaux de l'« Elektrowirtschaft », à Zurich, Freigutstrasse 14. Une de ces conférences, relative à la « publicité » en matière de vente d'énergie électrique, a été faite en français.

Diffuseurs pour turbines hydrauliques.

M. *G. Buchi*, ingénieur, poursuivant, dans *L'Energia Elettrica*, son étude sur l'évolution des turbines hydrauliques, dont nous avons commenté la première partie dans notre numéro du 14 décembre dernier, a publié deux nouveaux articles, tous deux bien au point et riches en aperçus originaux, l'un consacré à la *cavitation*[1] et l'autre, aux *tubes aspirateurs* et *diffuseurs* (I moderni diffusori nelle turbine idrauliche[2]). Dans ce dernier mémoire, les principes et les caractéristiques des diffuseurs modernes sont analysés avec sagacité. On sait qu'à feu M. Prasil, professeur à l'Ecole polytechnique fédérale, revient la paternité de la première étude vraiment systématique en vue de fixer, par l'analyse mathématique, le profil d'un diffuseur approprié à sa destination. Mais on sait aussi que l'appareil issu de ces considérations théoriques — savoir une surface de révolution ayant pour méridien une hyperbole cubique et pour aspect celui d'une sorte de trompette — ne répondit pas à toutes les exigences des praticiens et qu'il sembla d'abord plus avantageux de lui substituer un simple diffuseur conique. Cela n'avait d'ailleurs rien de surprenant puisque M. Prasil avait explicitement travaillé dans l'hypothèse d'un écoulement invariablement *axial* alors que seules les turbines Kaplan, à aubes orientables, sont capables de faire face aux variations de la charge tout en satisfaisant toujours à cette hypothèse. Quant aux turbines des autres systèmes, la vitesse de leur courant à la sortie de la roue motrice comporte toujours une composante tangentielle, ou de « rotation », plus ou moins grande suivant le débit et dont la réduction par un diffuseur conique est très lente, cette composante

[1] *L'Energia Elettrica*, novembre 1929.
[2] *L'Energia Elettrica*, décembre 1929.

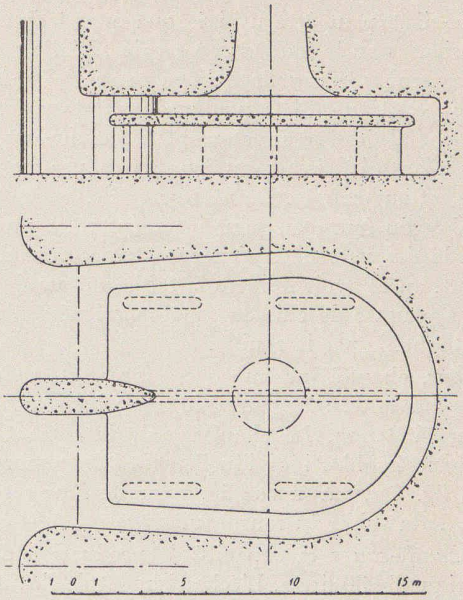

Fig. 1. — Hydrocône *White* d'une turbine de 37 500 HP.

étant inversement proportionnelle au rayon des cercles-sections droites du cône diffusant d'où la nécessité de diffuseurs longs et encombrants.

En vue de parer à ces inconvénients, MM. White en Amérique et Kaplan en Europe, imaginèrent, pour diminuer l'encombrement du diffuseur, d'« accélérer »

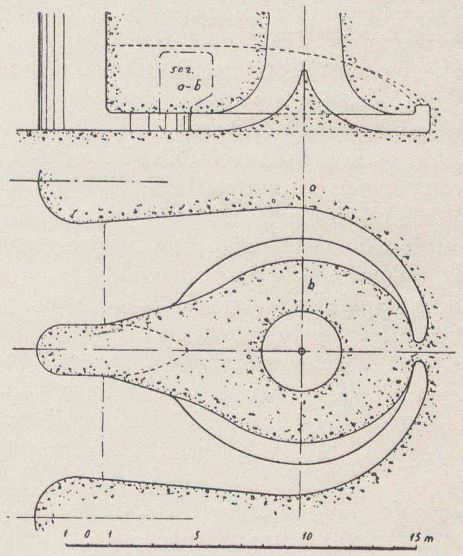

Fig. 2. — Hydrocône *Moody* d'une turbine de 37 500 HP.

cette conicité en forçant le courant de décharge à s'étaler[1] à la sortie, convenablement évasée, du diffuseur sur un organe déviateur auquel M. White donna d'abord la forme d'un noyau conique concentrique au diffuseur puis celle d'un plan perpendiculaire à l'axe du diffuseur. La figure 1 représente la mise en œuvre de ce principe

[1] Ce processus a fait l'objet de recherches de M. le professeur Oesterlen (Hanovre) qui les a relatées dans l'ouvrage « Hydraulische Probleme ». — V. D. I. — Verlag Berlin.

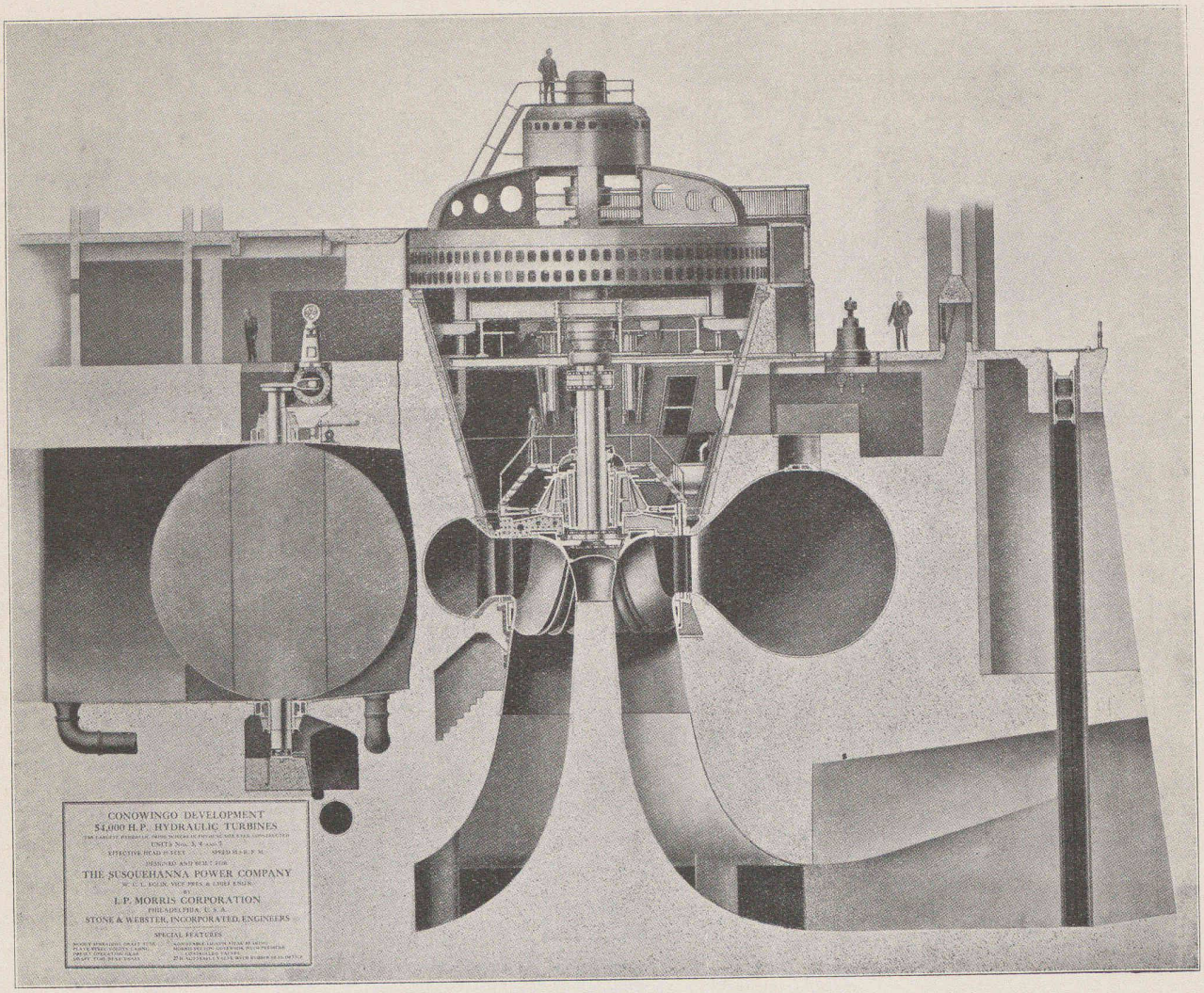

Fig. 3. — «Spreading Draft Tube» *Moody*
d'une des 7 turbines de l'usine de Conowingo, sur le Susquehanna. — (*I. P. Morris Corporation*, Philadelphie.)
$H = 27$ m ; $P = 54000$ HP ; $n = 82$ t : min.
(Voir une description de cette usine, page 41 du *Bulletin technique* du 25 février 1928.)

dans l'*hydrocône White* d'une des turbines de 37 500 HP, de la centrale nº 3 du Niagara, construite par l'« Allis Chalmers Manufacturing Co. » à Milwaukee. Ici le plan déviateur s'est modelé en une table en béton par-dessous laquelle l'eau déviée à l'opposé du canal de fuite le rejoint, après avoir subi un changement de direction de 180 º. Le rendement maximum de 93 % accusé par la turbine en question atteste la qualité de ce système de diffuseur.

Dans la même centrale, d'autres turbines, du même type et de la même puissance, construites par l'« I. P. Morris Corporation », à Philadelphie, sont dotées d'un diffuseur système *Moody*, basé sur le même principe que l'« Hydraucone Regainer » de White, sauf que le *plan* déviateur est remplacé par un *noyau conique :* nous avons relevé tout à l'heure que M. White avait d'abord expérimenté un tel noyau mais qu'il l'abandonna. Le mérite de M. Moody est d'avoir perfectionné le cône de M. White en lui substituant une surface de révolution à méridien concave de façon à l'harmoniser avec le « pavillon » du diffuseur qui est plus évasé que celui de l'hydrocône White, comme il ressort de la comparaison des figures 1 et 2 et dont le méridien est une parabole très voisine de l'hyperbole cubique de Prasil. Une autre caractéristique de ce « Spreading Draft Tube » de Moody est que le courant de décharge est dirigé en deux branches vers le canal de fuite (voir figure 2). Les turbines du Niagara équipées de cet appareil ont aussi accusé un rendement de 93 %.

Voici encore deux exemples remarquables d'application du principe de l'hydrocône : Le premier, relatif aux turbines de l'usine de *Conowingo*, fig. 3 vise un diffuseur Moody caractéristique par la hauteur du noyau central qui se prolonge jusqu'au moyeu de la roue, afin d'éliminer la zone centrale du courant de décharge où se produisent des tourbillons générateurs de vibrations et très nuisibles au rendement. L'efficacité de ce noyau central est maintenant si bien reconnue que M. White, qui, nous l'avons vu, en eut le premier l'idée mais l'abandonna, en use de nouveau dans les cas de décharge à grande composante

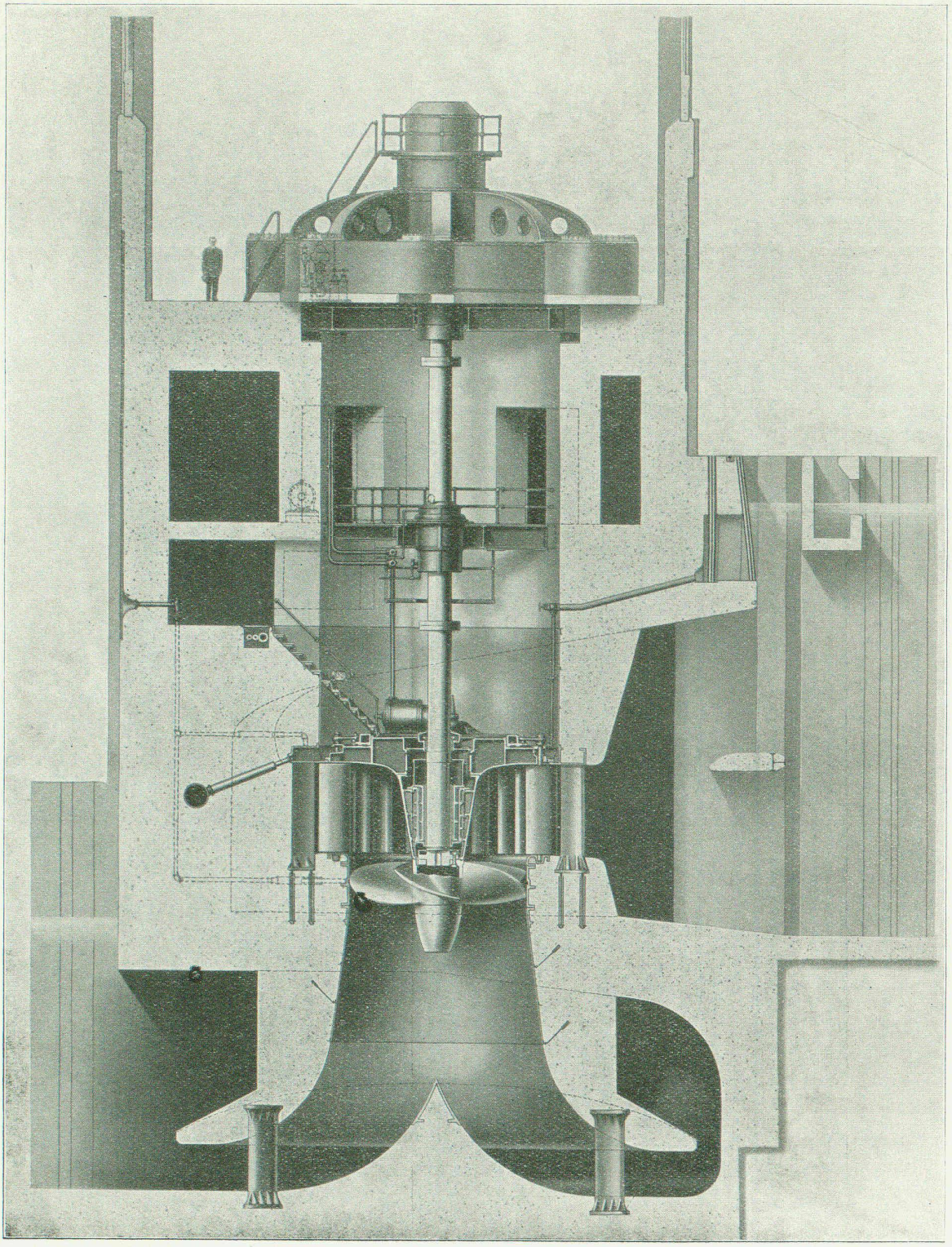

Fig. 4. — Usine de Louisville, sur l'Ohio.
Hydrocône *White* évacuant la décharge d'une turbine-hélice à 5 pales en acier moulé.
(*Allis Chalmers Mfg. C°*, Milwaukee.)
H = 11 à 2,3 m ; P = 13500 ch ; n = 100 t : min ; ns = 570 (sous 11 m de chute).
(Voir la description de ces turbines, page 73, du *Bulletin technique* du 6 avril 1929).

tangentielle tel celui de la turbine-hélice de l'usine de *Louisville*[1] sur l'Ohio (fig. 4) dont les roues affleurent presque le plan d'eau le plus bas dans le canal de fuite et dont l'énergie cinétique au sortir de la roue est très élevée, toutes choses qui imposaient de grandes exigences au diffuseur. Aussi l'hydrocône est-il pourvu d'un évasement très accentué auquel s'adapte le profil du noyau central. On voit que le collecteur d'évacuation a été

[1] Voir une description de ces installations aux pages 73 et suivantes du *Bulletin technique* du 6 avril 1929 et aux pages 41 et suivantes du *Bulletin technique* du 25 février 1928.

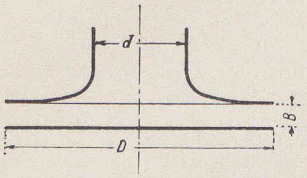

Fig. 5.
Diffuseur circulaire *Kaplan.*

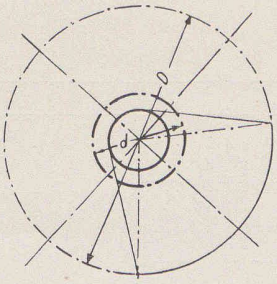

Fig. 6. — Déviation du coude *Kaplan* par ablation d'un secteur du diffuseur circulaire.

logé au-dessus du « pavillon » de l'hydrocône et qu'il entoure le tronçon conique du tube d'aspiration, en vue de réduire le volume des maçonneries et aussi de conférer le maximum possible de développement au diffuseur, avec le minimum d'encombrement.

Les hydrocônes étant des engins encombrants M. Kaplan s'avisa de réduire cet encombrement en n'utilisant qu'un secteur de l'hydrocône représenté en trait plein sur la figure 6. Ainsi naquit le fameux « coude » Kaplan

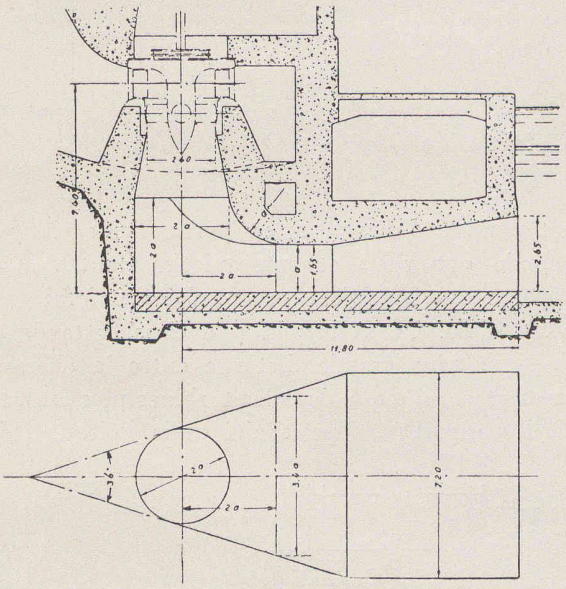

Fig. 7. — Coude *Kaplan* sur turbine *Kristinehamn.*
$H = 10{,}55$ m ; $P = 4100$ ch ; $n = 214$ t : min ; $n_s = 722$.

caractérisé par son angle externe droit tandis que le « pli du coude » est arrondi, voir figure 7 et par son diffuseur à section transversale rectangulaire. Dans l'appareil représenté par cette figure, la transformation d'énergie cinétique en pression se produit le long de la branche évasée, en aval du coude, et, éventuellement, dans le tronçon conique en amont, mais non dans le coude lui-même qui n'opère que la déviation du courant, sans modification notable de la vitesse moyenne puisque l'aire de la section circulaire d'entrée, de diamètre $2a$, est sensiblement équivalente à celle de la section rectangulaire de sortie du coude, de dimensions $1a \times 3{,}4a$. Le principe du « coude Kaplan » s'avéra si judicieux qu'il fut mis en œuvre dans nombre de cas, avec des variantes telles que remplacement de l'angle externe vif par un congé, substitution de sections elliptiques ou à angles arrondis aux sections rectangulaires, en vue de réduire les travaux d'excavation. Tel est le cas du diffuseur de l'usine de la *Matte*, près de Berne, faisant suite à une turbine-hélice système *Bell*, qui devait être logé dans un puits étroit préexistant. On sait les déboires célèbres auxquels cet appareil donna lieu et comment il y fut paré, avec succès, sous l'inspiration de M. Prasil, en modifiant le profil — représenté en trait interrompu sur la figure 8 — suivant le tracé dessiné en trait plein

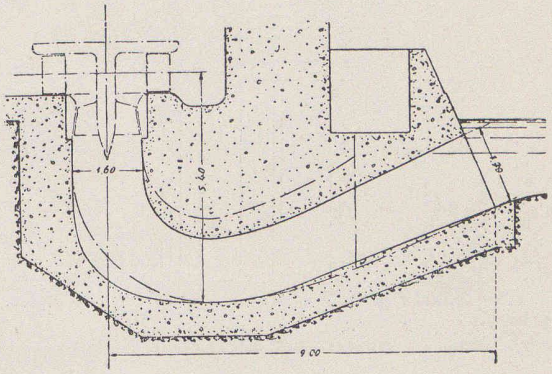

Fig. 8. — Diffuseur coudé, système *Bell* (Kriens).
$H = 3{,}45$ m ; $P = 310$ ch ; $n = 200$ t : min ; $n_s = 750$.

sur la même figure et différant du profil primitif par la présence d'un tronçon de cône droit au débouché de la roue, par la forme « en sac » du coude, par l'aplatissement très notable du profil transversal et par l'allongement du diffuseur proprement dit. Un exemple de diffuseur voisin du type Kaplan classique, sauf qu'il est muni de « congés » et qu'il est moins aplati est fourni par la turbine-hélice (fig. 9) installée dans l'ancienne centrale de *Wynau* sur l'Aar. Un autre cas intéressant évoqué par M. Buchi vise les expériences comparatives exécutées à l'usine de Lilla Edet (Norvège) entre un diffuseur

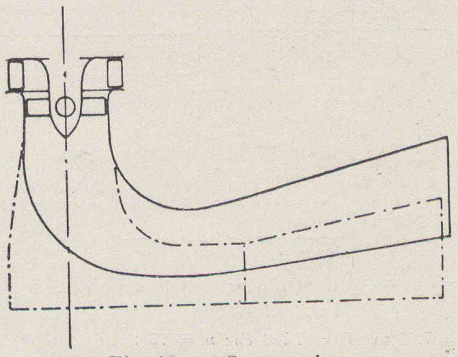

Fig. 10. — Comparaison d'un diffuseur coudé avec un coude *Kaplan*, à l'usine de Lilla Edet.

Kaplan « pur » dont le profil est représenté en traits et points sur la figure 10 et le diffuseur exécuté (profil en trait continu sur la figure 10) tous deux travaillant à l'aval d'une roue Kaplan. Les essais montrèrent que sous les charges réduites, la forme du coude n'avait pas d'influence sensible sur le rendement, mais que vers la pleine charge le type Kaplan « pur » était plus avantageux. Cette constatation est confirmée par M. J.

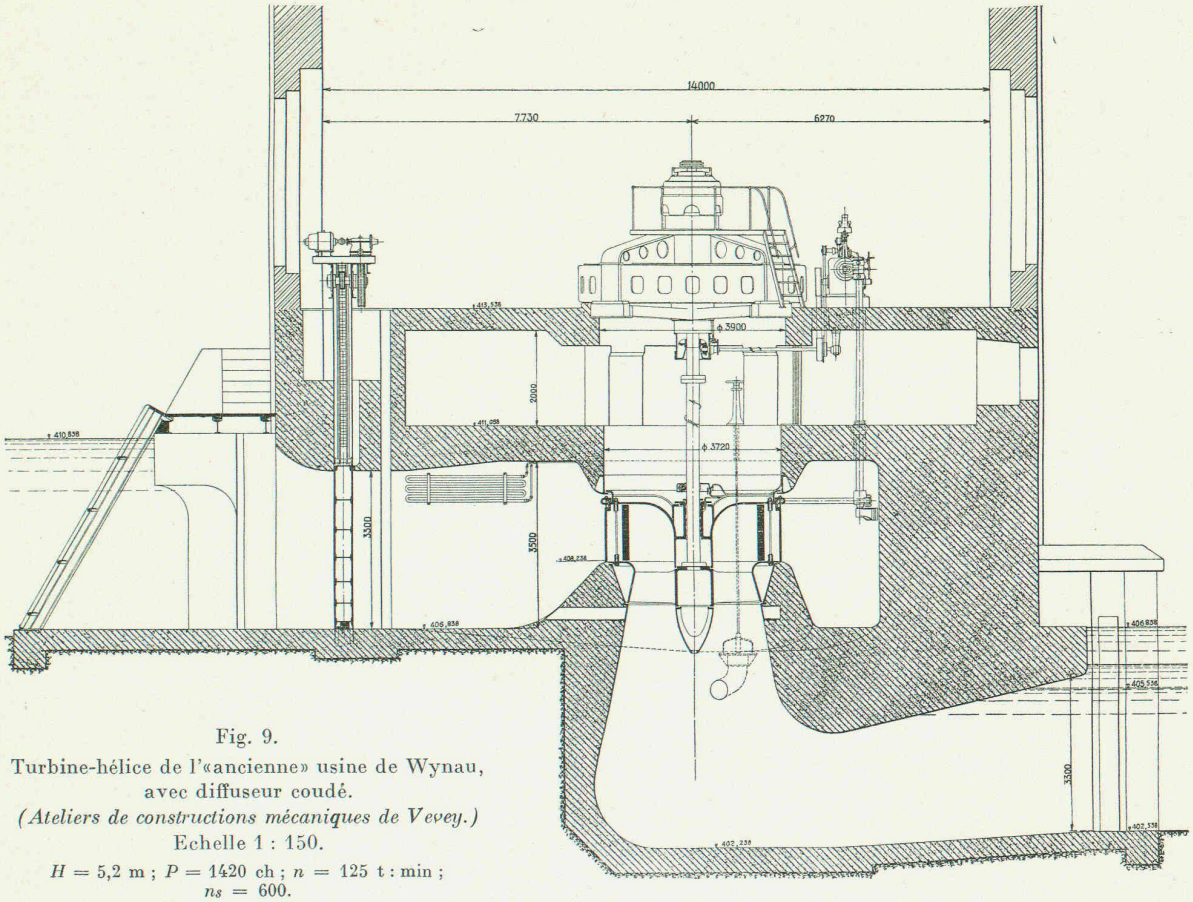

Fig. 9.
Turbine-hélice de l'«ancienne» usine de Wynau, avec diffuseur coudé.
(Ateliers de constructions mécaniques de Vevey.)
Echelle 1 : 150.
$H = 5{,}2$ m ; $P = 1420$ ch ; $n = 125$ t : min ; $ns = 600$.

Bronner [1]. Malheureusement, le coude Kaplan nécessite une excavation plus profonde et plus large, d'où la préférence donnée souvent aux profils arrondis. Les diffuseurs *coudés* étant impuissants à réduire la composante tan-

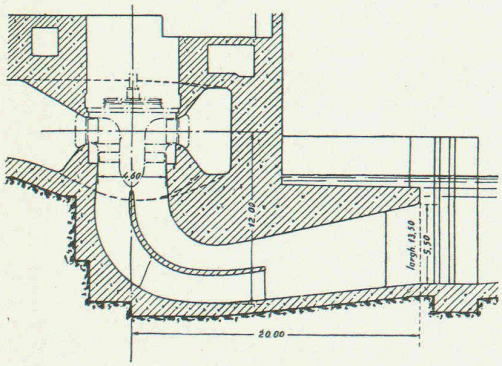

Fig. 11. — Diffuseur coudé de l'usine de Kachlet (*Voith* et *Escher, Wyss*).
$H = 7{,}65$ m ; $P = 7450$ ch ; $n = 75$ t : min ; $ns = 508$.

gentielle de la vitesse de l'eau, le courant y est animé, outre son mouvement de translation, d'un mouvement giratoire qui se prolonge jusque dans la partie évasée et qui cause, nous l'avons vu, des tourbillons préjudiciables au rendement. Aussi la destruction de ce mouvement giratoire s'imposait et c'est précisément le but de la cloison médiane qu'on voit, sur les figures 11 et 12, diviser les coudes en deux canaux. Le diffuseur de *Rybourg-Schwoerstadt* (fig. 12) est remarquable non seulement par ses dimensions, en particulier sa longueur, son coude «en sac» et son aplatissement accentué, mais parce que la cloison est profilée en forme d'une véritable aube. On voit qu'il y a dans cette dernière turbine une plus grande distance entre la cloison du diffuseur et la roue que dans les turbines plus anciennes, de *Kachlet* (fig. 11), la proximité de la cloison et de la

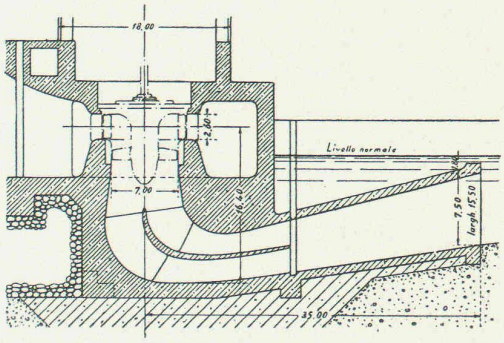

Fig. 12. — Diffuseur coudé de l'usine de Ryburg-Schwörstadt (*Ateliers des Charmilles*, Genève ; *Escher, Wyss*, Zurich et *Voith*, Heidenheim).
$H = 10{,}70$ m ; $P = 36400$ ch ; $n = 75$ t : min ; $ns = 740$.

roue ayant été critiquée par M. le professeur R. Dubs sur la base de travaux de laboratoire qui ont été sanctionnés par l'expérience industrielle [1].

Les figures 1, 2, 5, 6, 8, 10, 11 et 12 sont extraites de L'Energia Elettrica.

[1] *Wasserkraft-Jahrbuch* 1927-28.

[1] *Wasserkraft-Jahrbuch*, 1925-26.