

Objektyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **125/126 (1945)**

Heft 26

PDF erstellt am: **20.07.2024**

### **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.library.ethz.ch)

<http://www.e-periodica.ch>

**INHALT:** Note sur le calcul des turbo-machines. — Ein Seeufer-Einbruch am Gerzensee (Kt. Bern). — Elektrizität in der Landwirtschaft. — Die Siedlung «Im Wiesental» in Kilchberg-Zürich. — Mitteilungen: Persönliches. — Wettbewerbe:

Generelle Planung im Gebiet der Gemeinden Rorschacherberg, Rorschach, Goldach und Thal. Schulhaus in Oeschgen (Aargau). — Mitteilungen der Vereine. — Vortragskalender.

Dieser Nr. liegt das Inhalts-Verzeichnis von Bd. 125 bei.

**Band 125** Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung

Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

**Nr. 26**

**Note sur le calcul des turbo-machines**

Par E. VOLET, ingénieur en chef, Vevey

**Introduction**

Si, dans le domaine de l'hydraulique, les progrès semblent avoir été plus lents que dans d'autres, il faut certainement en chercher la cause dans les faits suivants: D'une part, les phénomènes à l'étude ne sont pas, comme en électrotechnique, accessibles au calcul précis et, d'autre part, ils ont échappé longtemps à l'observation directe si facilement réalisable dans d'autres domaines de la technique. C'est donc une bonne dose d'intuition, de patience et d'optimisme qu'il a fallu à nos prédécesseurs pour faire progresser cette science de l'hydraulique appliquée. Aujourd'hui encore, elle n'avance qu'à force d'observations répétées et d'essais dont le coût élevé n'est pas le moindre obstacle. Il importe donc de faciliter dans toute la mesure du possible l'observation visuelle des divers phénomènes et de trouver une méthode de calcul illustrant de la façon la plus claire l'analyse des faits.

Le premier point a été résolu par l'utilisation de stroboscopes puissants dont on a déjà retiré de très gros avantages. Reste le second point qui constitue la raison d'être de cet article.

Sachant que l'écoulement de l'eau dans l'aubage varie en chaque point, on ne saurait être tenté de déterminer par le calcul ce que seule l'expérience peut donner avec certitude, mais il est évident que le calcul des éléments principaux reste le point de départ de toute nouvelle construction.

Le calcul graphique est certainement le plus fréquemment employé car, d'une part, il donne rapidement la réponse à de multiples questions et, d'autre part, le caractère concret de ses indications facilite le contrôle des résultats trouvés. Mais, bien qu'il existe plusieurs méthodes graphiques permettant d'atteindre le but, ces méthodes ne donnent que des angles et des chiffres, elles ne donnent pas, comme celle décrite ci-dessous, une véritable image de ce qui se passe dans une turbine ou dans une pompe.

**Formule d'Euler et champ d'application**

Avant d'en chercher la représentation graphique, plusieurs auteurs ont transformé la formule connue d'Euler pour y faire apparaître les vitesses relatives de l'eau sur l'aubage de la roue. C'est là, me semble-t-il, une complication inutile car cette formule se traduit graphiquement, comme nous allons le voir, d'une façon extrêmement simple et des plus éloquents par le seul tracé de deux droites.

La formule d'Euler, que l'on peut écrire:

$$\epsilon H = \frac{\omega}{g} (R_1 C_{u1} - R_2 C_{u2}) \dots \dots \dots (1)$$

signifie qu'une masse quelconque  $\frac{1}{g}$  pénétrant dans l'aubage au rayon  $R_1$ , avec une composante de vitesse circonférentielle  $C_{u1}$  et le quittant au rayon  $R_2$  avec une composante de vitesse circonférentielle  $C_{u2}$  a transmis à la roue tournant à la vitesse  $\omega$  une énergie proportionnelle à cette masse et à la variation de la valeur  $RC_u$ , à travers la roue. Cette énergie est elle-même proportionnelle à la chute  $H$  et au rendement hydraulique  $\epsilon$ .

Il y a lieu de remarquer tout d'abord que, sauf pour certains cas spéciaux, on peut admettre une valeur constante du produit  $RC_u$  sur toute la largeur d'un distributeur cylindrique<sup>1)</sup>. En outre, cette valeur ne subit aucune variation dès la sortie du distributeur jusqu'au moment où l'aubage de la roue exerce sa première réaction sur l'écoulement. On en peut donc tirer cette première loi:

*Le produit  $RC_u$  à la sortie du distributeur ne dépend que du débit et de la position des aubes directrices; on peut le mesurer en un point quelconque entre le distributeur et la zone d'influence de la roue.*

Il est par conséquent permis d'admettre, en première approximation, que l'eau se présente à l'entrée de la roue et sur toute sa largeur avec une valeur  $R_1 C_{u1}$  égale à la valeur  $R_0 C_{u0}$  à la sortie du distributeur. Remarquons encore que la chute  $H$  est aussi une valeur constante. Quant au rendement hydraulique  $\epsilon$ ,

il est certain qu'il peut être très différent selon qu'on le mesure au voisinage du moyeu ou de la couronne extérieure de la roue. Il est possible de tenir compte de ces différences mais, dans la zone des bons rendements qui nous intéresse, il est parfaitement admissible de poser, dans la formule que nous avons à résoudre,  $\epsilon =$  constante. Or,  $H, \epsilon, \omega$  et  $R_1 C_{u1}$  étant constants, cela implique une valeur constante de  $R_2 C_{u2}$  sur toute la largeur de la roue.

Il y a lieu de remarquer enfin que la formule d'Euler ne doit pas être appliquée à l'aubage matériel, limité par ses arêtes d'entrée et de sortie, mais à toute la zone d'influence des aubes, zone qui s'étend bien en amont et en aval des deux limites indiquées ci-dessus. Les expériences d'aérodynamique ont fait ressortir de façon évidente, en effet, que le fluide abordant une surface incurvée quelconque est dévié assez longtemps avant de la toucher et subit une nouvelle déviation après l'avoir quittée, avant de retrouver un nouvel état d'équilibre. Dans l'hydraulique, il n'en va pas autrement. Les filets liquides qui abordent sous un même angle une série d'aubes incurvées subissent une première déviation avant l'aubage; ils en subissent une seconde en quittant ce dernier. Il se produit entre les filets liquides s'écoulant dans un canal formé par deux aubes, des échanges d'énergies cinétiques et potentielles tels que les vitesses prennent leur valeur max. sur la paroi convexe de l'aube tandis que la pression max. se trouve au contraire sur la paroi concave. Chaque filet passe donc de façon différente à travers l'aubage.

Or, l'expression  $R_1 C_{u1} - R_2 C_{u2}$  ne dit pas ce qui passe entre les deux points où se font les mesures; l'eau peut donc tourbillonner à son gré sans que cela enlève quoi que ce soit à la validité de la formule, appliquée à tous les filets à l'entrée et à la sortie des zones d'influence de la roue.

Les angles trouvés par le calcul ne seront donc pas les angles mesurés directement sur l'aubage mais bien les angles des filets à leur entrée dans la zone d'influence de la roue, respectivement à leur sortie de cette zone. C'est le rôle de l'expérience et du constructeur de fixer les différences d'ailleurs faibles qui existent entre ces deux valeurs. On cherchera lors du tracé de l'aubage à éviter tout point d'inflexion du filet moyen (fig. 1) tandis que tous les autres filets, au contraire, seront à double ou même triple courbure. Celles-ci seront plus ou moins prononcées suivant la forme de l'aubage et le nombre d'aubes de la roue.

Pour illustrer ce qui précède, la fig. 1 indique une série d'aubes ayant les mêmes angles matériels mais disposées sur une roue avec des pas différents. Lorsque les aubes sont nombreuses, la zone d'influence est courte en amont et en aval de la roue et l'angle de déviation de l'eau est sensiblement égal à celui de l'aubage. Lorsque les aubes sont très espacées, la zone d'influence s'étend au contraire loin en amont et en aval de la roue et les angles de déviation de l'eau sont nettement inférieurs à ceux mesurés sur l'aubage.

**Représentation graphique de la formule d'Euler**

Dans la formule (1) le produit  $R\omega$  représente la vitesse circonférentielle  $U$  d'un point placé à l'extrémité d'un rayon  $R$  et entraîné par la roue à la vitesse  $\omega$ . En divisant le membre de gauche par  $2gH$  et chaque vitesse par  $\sqrt{2gH}$ , l'équation (1) devient, si l'on pose

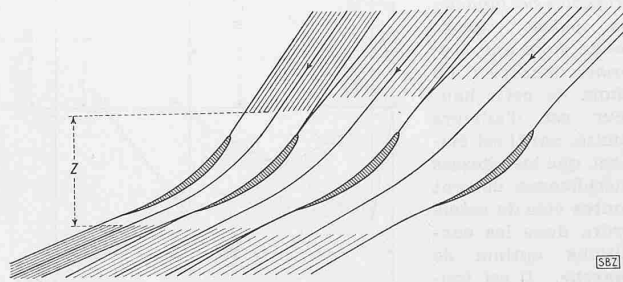


Fig. 1. Déviation des filets liquides, avant et après l'aubage, en fonction de la distance entre les aubes

<sup>1)</sup> Cette hypothèse ne se vérifie pas dans les turbines Kaplan par exemple, mais on en connaît la raison et il est simple d'en tenir compte.