Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 75 (1949)

Heft: 10: Foire Suisse de Bâle, 7-17 mai 1949

Artikel: Note sur une forme particulière de l'équation de passage dans le cas d'une turbine axiale, à réaction

Autor: Pingoud, Paul

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-56866

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: 09.12.2025

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

Note sur une forme particulière de l'équation de passage dans le cas d'une turbine axiale, à réaction

par Paul PINGOUD, ingénieur E.P.U.L.

En utilisant les valeurs spécifiques des vitesses, obtenues en divisant ces dernières par $\sqrt{2gH}$, l'équation de passage d'une turbine hydraulique à réaction s'écrit, pour un filet liquide :

(1) $$\eta_h = w_2^2 - w_1^2 + c_1^2 - c_2^2 + u_1^2 - u_2^2 .$$

La turbine considérée étant du type axial, par définition $u_1 = u_2$ d'où

(1 a) $$\eta_h = w_2^2 - w_1^2 + c_1^2 - c_2^2$$

d'autre part si l'on convient de désigner par :

c_f^2 = perte dans les organes fixes de la turbine
c_R^2 = perte par traînée dans l'aubage
η_{sm} = rendement de la récupération par le tuyau d'aspiration de la compos. c_m de sortie
η_{su} = rendement de la récupération par le tuyau d'aspiration de la compos. c_{u2} de sortie

le rendement hydraulique η_h peut donc aussi s'écrire comme au second membre de l'équation suivante :

(2) $$\begin{cases} w_2^2 - w_1^2 + c_1^2 - c_2^2 = 1 - c_f^2 - c_R^2 - \\ \quad - (1 - \eta_{sm})\, c_m^2 - (1 - \eta_{su})\, c_{u2}^2 . \end{cases}$$

L'examen du diagramme montre que, d'une part

(3) $$w_2^2 - w_1^2 = (u - c_{u1} + \triangle)^2 - (u - c_{u1})^2$$

d'autre part

(4) $$c_{u2}^2 = (\triangle - c_{u1})^2 .$$

En se souvenant que

$$c_1^2 = c_{u1}^2 + c_m^2$$
$$c_2^2 = c_{u2}^2 + c_m^2$$

ce qui résulte de l'égalité des sections d'entrée et de sortie de la roue, on trouve après transformation :

(5) $$\begin{cases} 1 - c_f^2 - c_R^2 - (1 - \eta_{sM})\, c_m^2 - (1 - \eta_{su})\, c_{u1}^2 = \\ \quad = (1 - \eta_{su})\,(\triangle^2 - 2c_{u1}\triangle) + 2u\triangle . \end{cases}$$

Posons

$1 - c_f^2 - c_R^2 = \rho_i$ = rendement interne de la turbine seule
$1 - \eta_{sM} = \delta_m$ = degré de dissipation de l'énergie correspondant à c_m, dans l'aspirateur
$1 - \eta_{su} = \delta_u$ = degré de dissipation de l'énergie correspondant à c_u, dans l'aspirateur,

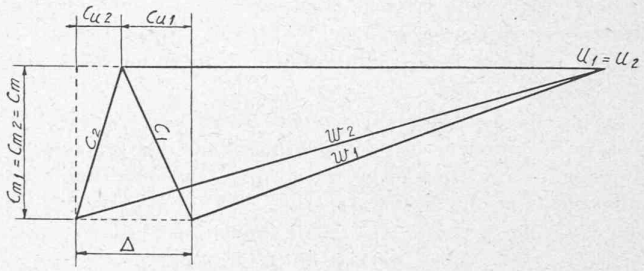
il vient

(6) $$\rho_i - \delta_m c_m^2 - \delta_u c_{u1}^2 = \delta_u (\triangle^2 - 2c_{u1}\triangle) + 2u\triangle$$

ou mieux :

(6 a) $$\delta_u \triangle^2 + 2(u - \delta u c_{u1})\triangle + (\delta_m c_m^2 + \delta_u c_{u1}^2 - \rho_i) = 0$$

équation du deuxième degré dont une seule solution,



correspondant à la réaction positive, est pratiquement valable, soit :

(7) $$\triangle = \frac{\delta_u c_{u1} - u + \sqrt{u^2 - 2\delta_u \cdot u \cdot c_{u1} - \delta_m \cdot \delta_u \cdot c_m^2 + \rho_i \cdot \delta_u}}{\delta_u} .$$

De plus, d'après l'équation d'Euler, des turbines :

(8) $$\eta_h = 2u\triangle$$

Tracé au filet moyen

Pour un certain débit de la turbine, on admet en général, comme condition de tracé, que ce filet n'accuse aucune composante rotatoire à la sortie de la roue, soit que $c_{u2} = 0$. En reprenant l'équation (6 a), dans laquelle on fait alors $\delta_u = 0$ et $c_{u1} = \triangle$ (équation 4), on obtient rapidement :

(9) $$\triangle = \frac{\rho_i - \delta_m c_m^2}{2u} .$$

Conclusions :

Il est bien entendu que les résultats précédents, écrits sous cette forme, se présentent dans le cadre d'un cas particulier important d'une des équations fondamentales de la théorie classique des turbines, soit en tant qu'elle suppose, dans la roue, un nombre infini d'aubes infiniment minces, c'est-à-dire l'existence de canaux où l'écoulement obéit strictement aux angles des diagrammes de vitesses, dans une nappe de révolution. Or ce sont précisément les turbines axiales modernes, à nombre d'aubes restreint, qui s'éloignent le plus de cette hypothèse. Mais il n'en est pas moins vrai que la théorie classique, qui raisonne *in globo*, continue de constituer l'armature du calcul de telles machines, qui est interprété ensuite suivant ce qu'on sait du comportement d'un aubage lâche, assimilé alors à une persienne d'ailes portantes.

Nous n'avons donc que repris un problème de base, en y introduisant, de plus, une énumération des pertes que nous croyons susceptible de mieux préciser la notion classique de chute indiquée, qui reste toutefois commode

dans les calculs graphiques, mais que l'on a parfois tendance à utiliser d'une manière abstraite, c'est-à-dire en perdant de vue ses éléments constitutifs. Le cas particulier traité montre que tout en se passant de revenir à cette notion composée, l'on aboutit alors à une solution analytique simple du problème, donc malgré l'introduction, au départ, d'un bilan énergétique mieux ventilé.

BIBLIOGRAPHIE

Photogeologische Studien, par Dr *R. Helbling.* Art. Institut Orell Füssli A. G., Zurich, 1948. 141 pages et 7 plans en couleurs.

La photogéologie, science relativement nouvelle, est une combinaison de la photogrammétrie et de la géologie. Quoiqu'elle soit encore en plein développement, elle rend déjà depuis un certain nombre d'années de précieux services aux géologues. M. le Dr R. Helbling, qui est à la fois photogrammètre et géologue, était particulièrement bien placé pour rédiger un tel ouvrage.

Nous sommes persuadés que la cause du développement très lent de cette science doit être recherchée dans le manque de collaboration entre géologues et photogrammètres. En effet, une synthèse de la géologie et de la photogrammétrie ne peut être réalisée avec fruits que par des hommes connaissant aussi bien l'une que l'autre de ces deux sciences. Heureux d'avoir un tel homme en Suisse, en la personne du Dr R. Helbling, nous sommes certains que sa publication influencera considérablement le développement futur de la photogéologie.

Pour l'exposé de certains problèmes ayant un caractère plutôt spécial, l'auteur s'est adjoint la collaboration de plusieurs personnes spécialisées, dont nous ne citerons que M. le professeur Dr C. F. Baeschlin, M. l'ingénieur H. Härry et M. le Dr J. Krebs.

Cette publication est divisée en douze chapitres qui sont respectivement :

1. Orientation générale. — 2. Bases et principes de l'établissement d'une carte photogéologique. — 3. Nos études photogéologiques. — 4. Etablissement de cartes photogéologiques. — 5. Quelques domaines d'application de la photogéologie. — 6. Appareils photogrammétriques de prise de vues et de restitution fabriqués en Suisse. — 7. Aérotriangulation. — 8. Eléments et développement de la photogrammétrie en tant que méthode topographique. — 9. Sur le développement de la photogéologie dans des régions peu explorées. — 10. Les levers photogéologiques effectués en Nouvelle-Guinée. — 11. L'application de la photogéologie en Suisse ; but de l'enseignement de la photogéologie et littérature suisse. — 12. En annexe 7 cartes photogéologiques.

Le photogrammètre ou le géologue désirant s'initier à la photogéologie a avantage à lire tout d'abord le chapitre 9 qui traite de l'application de la photogéologie à des régions peu explorées. Il y trouve en quelques pages les points essentiels de cette nouvelle méthode.

Avant d'avoir la photogrammétrie à sa disposition, le géologue devait se procurer tous les renseignements par des reconnaissances sur le terrain qui, le plus souvent, étaient fort laborieuses et très coûteuses. En outre, il ne pouvait retenir avec précision les éléments relevés sur le terrain que s'il disposait d'une carte topographique suffisamment détaillée de la région. Il en résulte qu'en appliquant les méthodes classiques de la géologie, le travail du géologue ne peut commencer que lorsque celui du géodésien est terminé. Mais nous savons que les travaux de mensuration (triangulation, polygonation, relevé à la planchette) nécessitent de très nombreuses observations et beaucoup de calculs, d'où il s'ensuit pour le géologue une perte de temps considérable, inadmissible dans certains cas. Il suffit en effet de penser au relevé géologique de la Nouvelle-Guinée (traité au chapitre 10) s'étendant sur une surface d'environ 100 000 km² et qui dut être établi en trois ans seulement.

Avec le développement constant de la navigation aérienne, la prise de vues photographiques aériennes a gagné très rapidement de l'importance depuis 1918. Aussi, les géologues n'ont-ils pas manqué l'occasion de se servir de telles vues pour leurs travaux de reconnaissance et ceci aussi bien dans le cas où une carte de la région existait déjà que dans le cas contraire.

Quoique cette façon de procéder ait déjà considérablement facilité les travaux de reconnaissance, elle ne pouvait donner entière satisfaction, vu que les photographies ne sont que des projections centrales du terrain, tandis que la carte en est une projection verticale donnant non seulement la planimétrie (situation) mais aussi l'altimétrie à l'aide de courbes de niveau. En photogrammétrie, de simples vues aériennes, prises avec des chambres photogrammétriques, sont encore d'un emploi fréquent dans des régions peu explorées où il s'agit avant tout de se faire une première idée de l'ensemble du territoire. En collant convenablement ces photographies les unes à côté des autres, on obtient une vue d'ensemble du territoire, appelée mosaïque. Mais ces vues ne peuvent donner l'altimétrie et sont en outre entachées d'erreurs de situation appréciables qui proviennent, d'une part, du manque de points géodésiques, et, d'autre part, des différences de niveau, ainsi que du fait que l'axe optique de la chambre photogrammétrique ne peut être rendu rigoureusement vertical au moment de la prise de vues. On peut remédier dans une certaine mesure à cet inconvénient par la méthode du redressement qui fournit un photoplan suffisamment exact lorsque le terrain n'est pas trop accidenté, mais qui ne permet pas non plus la détermination des altitudes. N'oublions pas que le géologue ne peut généralement pas se contenter de la situation, mais que le plus souvent il doit pouvoir disposer d'un plan à courbes de niveau ou, du moins, avoir la possibilité d'observer le terrain stéréoscopiquement à l'aide de deux vues conjuguées. Ce but peut être atteint par la prise de vues stéréoscopiques ; il suffit à cet effet de photographier chaque portion de terrain à partir de deux stations distinctes. En plaçant un tel couple de vues simplement sous le stéréoscope, on peut voir le terrain stéréoscopiquement avec tous ses détails et apprécier ainsi les moindres différences de niveau. Il en résulte que de telles vues stéréoscopiques sont pour le géologue d'une importance beaucoup plus grande que des vues simples.

En se rendant avec des vues stéréoscopiques sur le terrain, le géologue a l'avantage d'avoir constamment à sa disposition un modèle réduit de la surface à explorer et il a ainsi une vue d'ensemble, même dans le cas où la visibilité directe ne lui permet pas de l'obtenir. En outre, on décèle sur ces vues stéréoscopiques une foule de détails, tels que différences dans la végétation et dans la coloration des forêts, régions humides ou marécageuses, etc., qui, sans cela, risquent souvent d'échapper même à un observateur averti.

Bien des détails géologiques peuvent ainsi être obtenus uniquement par l'observation de vues stéréoscopiques. Mais il va de soi que tous ces détails doivent ensuite être complétés, suivant les cas, par des observations directes et que le travail au bureau ne peut remplacer intégralement la reconnaissance sur terrain. En règle générale, il ne pourra que la faciliter, mais ceci dans une très large mesure.

Une fois la reconnaissance géologique terminée, il s'agit de reporter ces résultats sur une carte topographique établie à une échelle suffisamment grande et avec la précision désirée. Si cette carte existe déjà, ce travail de report risque parfois d'être délicat et de manquer de précision. Il est bien préférable d'établir cette carte en même temps, par photogrammétrie, en se servant des vues qui ont déjà été utilisées pour la reconnaissance géologique. C'est là en somme la véritable méthode photogéologique, telle qu'elle a été développée par le Dr R. Helbling : relevé simultané de la topographie et de la géologie par photographies stéréoscopiques.

La photogrammétrie moderne nous permet en effet d'établir des cartes topographiques très précises à l'aide de photographies et les appareils utilisés pour la restitution sont des autographes, dont la description de quelques-uns de ceux-ci a été donnée au chapitre 6. Si l'on a soin d'indiquer sur les photographies non seulement les éléments topographiques