

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 103/104 (1934)
Heft: 6

Inhaltsverzeichnis

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: 29.01.2026

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

INHALT: Note II relative au coup de bélier et à son influence sur le réglage automatique des turbines. — Linsebhühl-Bau in St. Gallen. — Touring-Hotel in Zürich. — Das neue Rom. — Elektrische Erwärmung von Beton. — Mitteilungen: Der Kurzschluss-Schutz von Wechselstromnetzen. Einheitsbauart einer Kleinlokomotive der Deutschen Reichsbahn. Schnelltriebwagen Littorina. Originelle Flüssigkeitsbehälter.

Elektroschweisskurs des S.E.V. Eidgen. Techn. Hochschule. Neue Stromlinienwagen am Genfer Automobilsalon. — Wettbewerbe: Erweiterungsplan der Gemeinde Lenzburg. Katholische Kirche in Bruggen-St. Gallen. Wandschmuck in der E. T. H. — Nekrolog: William Martin. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Schweizer. Verband für die Materialprüfungen der Technik. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Band 103

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich.
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 6

Note II relative au coup de bélier et à son influence sur le réglage automatique des turbines.

Par CHARLES JAEGER, Ing. dipl. E.P.F., Dr. ès sc. techn.

INTRODUCTION.

Généralités. Toute manœuvre de l'obturateur d'une conduite sous pression provoque dans cette dernière des oscillations de pression connues sous le nom général de *coup de bélier*. L. Allievi¹⁾ a résolu — d'une façon que l'on peut estimer définitive — le problème du coup de bélier dans une conduite de section constante, débouchant d'un bassin infiniment grand (Fig. 1). Nous avons cherché à généraliser le problème et avons traité dans notre „Théorie générale du coup de bélier“²⁾, le cas des oscillations de pression dans un système complexe quelconque comprenant une conduite de section variable, avec chambre d'équilibre, prismatique ou non (c'est à dire: chambre avec col d'entrée, avec étranglement, avec partie inférieure tubulaire etc.) et galerie de mise en charge (Fig. 2). Nos calculs ont prouvé que le phénomène de coup de bélier intéresse non pas la seule conduite forcée, mais l'ensemble du système décrit, et qu'un calcul complet s'impose si l'on veut éviter de dangereux mécomptes.

Notre „Théorie générale“ permet le calcul des surcharges en un point quelconque du système „conduite forcée — chambre d'équilibre — galerie en charge“ pour une manœuvre quelconque de l'obturateur, situé à la base de la conduite.

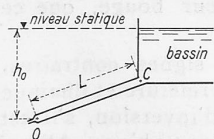


Fig. 1.

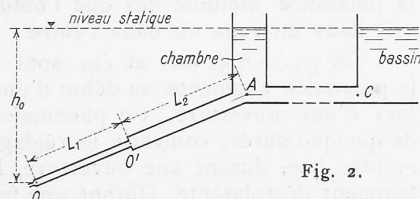


Fig. 2.

Un second problème retiendra aujourd'hui notre attention: nous étudierons l'influence du coup de bélier sur le réglage automatique des groupes hydro-électriques. Le régulateur d'un groupe hydro-électrique a pour mission d'équilibrer le couple moteur de la turbine et le couple résistant, c'est à dire la puissance demandée à la génératrice électrique. Or, les manœuvres de l'obturateur provoquent des suppressions lors de la fermeture et des sous-pressions lors de l'ouverture de l'obturateur. En certains cas, la puissance livrée à la turbine peut, en conséquence, varier en sens contraire de la puissance demandée: le mouvement du régulateur accentue le déséquilibre, et le réglage devient impossible. Nous verrons qu'il en sera parfois ainsi au début des manœuvres de l'obturateur.

¹⁾ L. Allievi. Teoria generale del moto perturbato dell'acqua nei tubi in pressione. Milan 1903. Traduction allemande par Dubs-Bataillard: „Allgemeine Theorie über die veränderliche Bewegung des Wassers in Leitungen“. 1^{re} partie. Berlin 1909.

L. Allievi. „Teoria del colpo d'ariete“. Milan 1913. Traduction Gaden: „Théorie du coup de bélier“. Paris 1921.

²⁾ Charles Jaeger. „Théorie générale du coup de bélier“. Application au calcul des conduites à caractéristiques multiples et des chambres d'équilibre. Ouvrage publié sous les auspices du Laboratoire de Recherches hydrauliques annexé à l'Ecole Polytechnique Fédérale à Zurich. Paris, Dunod. 1933.

Voir encore: „Le Génie Civil“ du 23 décembre 1933. Nous aborderons, en outre, dans une série de notes complémentaires, divers problèmes en relation avec le coup de bélier. Ces notes seront numérotées I., II., III. ... dans l'ordre chronologique de rédaction.

Allievi a soumis ce problème à une analyse rigoureuse dans une récente étude³⁾ qui complète de façon remarquable la théorie du coup de bélier limitée au cas d'une conduite à section constante. Allievi y expose, en outre, de très intéressantes considérations sur les „tubes piézométriques d'extrémité“ et „les chambres d'air“.

Nous avons mis en lumière, dans notre „Théorie générale“, l'influence des variations de section des conduites et le rôle des chambres d'équilibre. Des exemples numériques nombreux nous ont permis de montrer combien le calcul des surcharges est sensible à la présence de pareilles discontinuités. Or, la puissance de l'eau sortant de la conduite est une fonction de la puissance $\frac{3}{2}$ des pressions. Il est donc a fortiori certain que le réglage des turbines sera influencé par des discontinuités de toute nature. Il importe donc de reprendre l'étude d'Allievi et d'en étendre les résultats aux cas complexes que le technicien rencontre en pratique. Il est évident que nous ferons, au cours de notre travail, de nombreux renvois à notre „Théorie générale“, ainsi qu'à l'étude d'Allievi.⁴⁾

Le coup de bélier. Considérons un système complexe, tel celui de la Fig. 2, et soit $\mu_1 = \frac{2L_1}{a_1}$ la période d'oscillation dans le tronçon OO' que nous choisissons comme unité de temps. On montre que le coup de bélier est un phénomène rythmique de période μ_1 et que la pression de l'obturateur est donnée à chaque instant 1, 2, 3, ... par le système d'équations:

$$\begin{aligned} h_1 - h_0 &= \frac{a_{III}}{g} (c_0 - c_1) \\ [37a]^{5)} \quad a_1 h_1 + h_2 - h_0 (1 + a_1) &= \frac{a_{III}}{g} [a_1 c_1 - c_2 + c_0 (1 - a_1)] \quad (1) \\ a_2 h_2 + h_3 - h_0 (1 + a_2) &= \frac{a_{III}}{g} [a_2 c_2 - c_3 + c_0 (1 - a_2)] \end{aligned}$$

dans lesquelles h_k et c_k sont la pression et la vitesse devant l'obturateur et a_k une fonction de réflexion qu'il s'agit de déterminer de cas en cas.

Dans le cas d'une conduite de section constante débouchant d'un bassin infiniment grand, nous avons réflexion totale au point C (Fig. 2) et $a_k \equiv 1$. Nous retrouvons alors les „Séries enchaînées d'Allievi“.

$$\begin{aligned} h_1 - h_0 &= \frac{a_{III}}{g} (c_0 - c_1) \\ [7] \quad h_1 + h_2 - 2h_0 &= \frac{a_{III}}{g} (c_1 - c_2) \quad (2) \\ h_2 + h_3 - 2h_0 &= \frac{a_{III}}{g} (c_2 - c_3) \end{aligned}$$

Nous écrirons à l'avenir les équations (1) et (2) en valeurs relatives, en posant $\zeta_k^2 = \frac{h_k}{h_0}$ et $c_k = \eta_k c_0 \zeta_k$. η_k est le degré d'ouverture relatif de l'obturateur.

³⁾ L. Allievi. „Il colpo d'ariete e la regolazione delle turbine“. L'Elettrotecnica, 25 février 1932. Traduction par P. Oguey, dans la Revue générale de l'Electricité, 1^{er} juillet 1933. — Voir également le Bulletin Technique de la Suisse Romande, 28 octobre 1933.

⁴⁾ Notre texte primitif a dû être raccourci considérablement pour pouvoir être accueilli par la „Schweizerische Bauzeitung“ — que nous remercions ici pour son obligeance.

⁵⁾ Les chiffres entre crochets [...] se rapportent à notre „Théorie générale“.