

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 36 (1910)
Heft: 15

Artikel: Calcul des surélévations produites dans une chambre d'eau faisant suite à un canal sous pression
Autor: Gaulis, Alfred
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-81443>

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: 23.08.2025

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

Calcul des surélévations produites dans une chambre d'eau faisant suite à un canal sous pression.

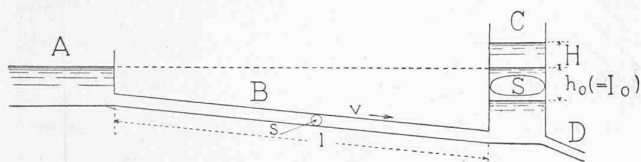
Par Alfred GAULIS, ingénieur.

Dans l'installation de forces hydrauliques en montagne, il arrive parfois que le canal de dérivation soit mis sous pression, et se termine par une chambre d'eau de laquelle partent les conduites métalliques. Cette chambre d'eau constitue généralement un ouvrage assez coûteux, soit qu'elle soit excavée en plein rocher, soit que, située en terrain moins résistant, elle doive être munie d'un revêtement étanche et robuste sur une hauteur considérable.

En outre, la prudence exige que les conduites métalliques soient protégées à leur origine par des vannes automatiques, qui interrompent tout écoulement de l'eau lorsque le débit vient à dépasser un certain maximum, et limitent ainsi les dégâts que causerait une rupture de tuyau.

La fermeture des vannes automatiques, comme aussi la suppression rapide de la charge des turbines, provoque dans la chambre d'eau une surélévation momentanée du niveau de l'eau, et il peut être utile de déterminer dans chaque cas quelle sera cette surélévation, de façon à donner à la chambre des dimensions suffisantes et non excessives.

Soit un réservoir ou lac naturel *A* à niveau constant, un canal sous pression *B*, une chambre d'eau *C*, et une conduite métallique *D*.



l = longueur du canal.

s = section transversale du canal.

v = vitesse de l'eau dans le canal.

S = section horizontale de la chambre d'eau.

h = niveau de l'eau dans la chambre d'eau, mesuré à partir du niveau statique, positif au-dessous, négatif au-dessus du niveau statique.

I = pertes de charge totales entre le réservoir *A* et la chambre d'eau *C*.

v_0, h_0, I_0 , valeurs de v, h, I , au moment de la fermeture des vannes.

t = le temps.

La variation de vitesse imprimée à la masse d'eau en mouvement dans le canal *B* est égale à la différence (h) des pressions entre le réservoir et la chambre d'eau, diminuée des pertes de charge (I), multipliée par la section du canal (s), et divisée par la masse en mouvement. Soit :

$$\frac{dv}{dt} = \frac{(h - I)s}{s \cdot l \cdot g} = - \frac{g}{l} (I - h).$$

Les différentes pertes de charge peuvent toutes être considérées comme proportionnelles (pour une installation donnée) au carré de la vitesse de l'eau dans le canal *B*. Nous introduisons à cet effet un coefficient d'installation a ne dépendant que des dimensions du canal et de la rugosité de ses parois, et indépendant des dimensions de la chambre d'eau, tel que :

$$a = \frac{v_0^2}{I_0}$$

et nous remplaçons I par $\frac{v^2}{a}$.

$$\frac{dv}{dt} = - \frac{g}{l} \left(\frac{v^2}{a} - h \right).$$

D'autre part, la condition de continuité nous donne :

$$\frac{dh}{dt} = - \frac{s}{S} v.$$

Divisons ces deux équations membre à membre :

$$\frac{dv}{dh} = \frac{g \cdot S}{l \cdot s \cdot v} \left(\frac{v^2}{a} - h \right)$$

et multiplions par $2v$; nous avons :

$$\frac{2v \cdot dv}{dh} = 2 \frac{g \cdot S}{l \cdot s} \left(\frac{v^2}{a} - h \right)$$

que nous appelons x .

$$\frac{dx}{dh} = 2 \frac{g \cdot S}{l \cdot s} \left(\frac{2v \cdot dv}{a \cdot dh} - 1 \right) = 2 \frac{g \cdot S}{l \cdot s} \left(\frac{x}{a} - 1 \right)$$

$$dh = - \frac{l \cdot s}{2g \cdot S} \cdot \frac{dx}{1 - \frac{x}{a}}$$

d'où nous obtenons :

$$h - h_0 = \frac{l \cdot s}{2g \cdot S} \cdot a \cdot \log_e \left(1 - \frac{x}{a} \right)$$

et, donnant à x sa valeur :

$$h - h_0 = \frac{l \cdot s}{2g \cdot S} \cdot a \cdot \log_e \left(1 - 2 \frac{g \cdot S}{l \cdot s \cdot a} \left(\frac{v^2}{a} - h \right) \right).$$

Introduisons un nouveau coefficient d'installation b dépendant de a , des dimensions du canal, et de la section de la chambre d'eau :

$$b = \frac{l \cdot s}{2g \cdot S} \cdot a$$

$$h - h_0 = b \cdot \log_e \left(1 - \frac{1}{b \cdot a} \cdot v^2 + \frac{1}{b} \cdot h \right)$$

$$\frac{h - h_0}{b} = \log_e \left(1 - \frac{v^2}{b \cdot a} + \frac{h}{b} \right). \quad (1)$$

Il sera ainsi facile de tracer la courbe des v en fonction des h , mais il n'est utile pratiquement que de déterminer la valeur H (négative) de la surélévation maximum ; alors $v = 0$ et la formule :

$$\frac{H}{b} - \frac{h_0}{b} = \log_e \left(1 + \frac{H}{b} \right) \quad (2)$$

donnera directement cette valeur au moyen de l'abaque page 174.

— H sera plus grand ou plus petit que h_0 selon que $\frac{h_0}{b}$

sera plus petit ou plus grand que 0,79; pour $\frac{h_0}{b} = 0,79$,
 $-H = h_0$.

On remarquera que le coefficient $(-b)$ multiplié par l'unité de longueur représente une valeur limite qui ne sera jamais atteinte par H , quelle qu'ait été la valeur de h_0 . En donnant par conséquent à la chambre d'eau une hauteur qui permette une surélévation de b mètres, la sécurité sera toujours suffisante, et même excessive dans la plupart des cas.

Le calcul qui précède ne considère comme masse en mouvement que celle de l'eau qui est contenue dans le canal B . Mais en réalité la masse totale est variable, car pendant la durée du phénomène s'y ajoute celle de l'eau qui s'accumule dans la chambre d'eau. Cette masse supplémentaire $(h_0 - h) S : g$ a une vitesse $V = \frac{s}{S} v$ et peut être remplacée, dans le calcul, par une masse $(h_0 - h) s : g$ animée de la vitesse v . La masse totale est ainsi de $(l + h_0 - h) s : g$.

Nous obtenons alors

$$\frac{2v \cdot dv}{dh} = 2g \frac{S}{s} \frac{\frac{v^2}{a} - h}{(l + h_0 - h)}$$

et sommes conduits, par la méthode que nous avons suivie ci-dessus, aux équations finales :

$$(l + h_0 - h) \frac{l}{b} (l + h_0 - (\frac{l}{b} + 1) \frac{v^2}{a} + \frac{l}{b} h) = l \frac{l}{b} + 1 \quad (3)$$

et

$$(l + h_0 - H) \frac{l}{b} (l + h_0 + \frac{l}{b} H) = l \frac{l}{b} + 1. \quad (4)$$

L'équation (4) pourra servir à la vérification des résultats donnés par la (2), et l'on verra que l'effet de l'eau contenue dans la chambre d'eau est pratiquement négligeable.

Notes. — Nous avons posé $a = \frac{v^2}{I}$ soit la perte de charge exactement proportionnelle au carré de la vitesse. En réalité, du moins lorsqu'il s'agit de tuyaux, elle est plutôt proportionnelle à la puissance $7/4$ de la vitesse. Mais, si l'on a établi a au moyen de v_0 et I_0 (cette dernière valeur ayant été déterminée par la méthode qu'on aura jugée la plus précise) soit pour la plus grande vitesse à prévoir, l'erreur sera non seulement peu considérable mais encore favorable, puisque la formule fait entrer en jeu, entre les deux limites du phénomène, des valeurs de I inférieures aux valeurs réelles des pertes de charge totales.

On démontre facilement, au moyen des formules (1) et (2), que le cas de fermeture instantanée est bien celui qui conduit à la plus grande surélévation du niveau de l'eau.

Concours pour la construction de l'immeuble de la Banque populaire suisse, à Lausanne.

(Suite et fin¹).

N° 14. — Ce projet présente un plan du type B; c'est la meilleure solution de ce type.

Le hall, de forme irrégulière et peu harmonieuse, est accessible par un vestibule placé à l'angle du bâtiment; cette disposition offre cependant l'avantage d'avoir l'escalier près de l'entrée, donne un grand développement pour les guichets et des locaux spacieux. La correspondance entre la direction et la correspondance à l'entresol, pourrait être meilleure. Les plans des autres étages sont bien étudiés et donnent des appartements confortables.

Les façades, très bien dessinées, n'ont pas suffisamment le caractère d'une banque, mais plutôt d'une maison locative. La tourelle lourde et chargée gagnerait à être simplifiée dans sa partie supérieure.

Les fenêtres à plein cintre de l'entresol ne répondent pas aux exigences de cet étage et devraient être modifiées; de même l'architecture du rez-de-chaussée qui ressemble plutôt à des magasins qu'à des bureaux.

N° 17 B. — Bonne disposition du plan du rez-de-chaussée avec vestibule placé dans l'angle et accessible de deux côtés. Les guichets et les bureaux sont bien disposés; par contre, l'emplacement de l'escalier au fond du hall n'est pas très recommandable. Les plans des étages sont bien étudiés. Les locaux du sous-sol sont moins bien groupés; ceux du service de la banque sont spacieux, par contre ceux du chauffage et du combustible sont insuffisants; ces derniers gagneraient à être placés dans un deuxième sous-sol.

Les façades ont de bonnes proportions, mais les dimensions des fenêtres des étages supérieurs sont insuffisantes. La tourelle d'angle, supportée par des consoles, gagnerait à être abaissée et modifiée dans sa toiture.

A la façade Grand-Pont, la disposition des pilastres qui descendent jusque sur la corniche du rez-de-chaussée n'est pas très heureuse; la façade rue Pichard est plus tranquille.

Le rendu de la perspective dénote une grande habileté.

En comparant à nouveau ces cinq derniers projets, nous devons déclarer que les N°s 1 et 2 sont de valeur inférieure aux trois autres et, à l'unanimité, le jury classe ces trois derniers comme suit :

1. N° 10, pour son bon plan et ses excellentes façades.
2. N° 17 B, pour la bonne disposition de son plan.
3. N° 14, pour son meilleur type de plan du groupe B.

La valeur de ces projets est sensiblement la même; ils sont tous trois très bien étudiés et bien traités. Dans ces conditions, le jury décide de répartir comme suit la somme de Fr. 6000 mise à sa disposition :

N° 10, Fr. 2200. N° 17 B, Fr. 2000. N° 14, Fr. 1800.

L'ouverture des plis donne comme auteurs des projets primés les noms suivants :

N° 10, B. P. S., M. Georges Epitoux, architecte, Lausanne.

N° 17 B, Halley, MM. Taillens et Dubois, architectes, Lausanne.

N° 14, Point rouge, M. Henri Meyer, architecte, Lausanne.

En terminant, le jury regrette de devoir constater qu'aucun des projets présentés ne donne une solution satisfaisante

¹ Voir N° du 25 juillet 1910, page 166.