Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 56 (1930)
Heft: 6

Artikel: Quelques considérations sur les dérivations dites "provisoires"
Autor: Golaz, Maurice
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-43491

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

après plusieurs années d'usage ; des expériences ont démontré que le remplacement des boulons par des rivets est possible. On a choisi des membrures à simple T, bien qu'elles n'offrent pas une très grande résistance à la flexion, parce qu'on a renoncé au lançage, opération qui est toujours délicate. Le montage du plus grand pont, à

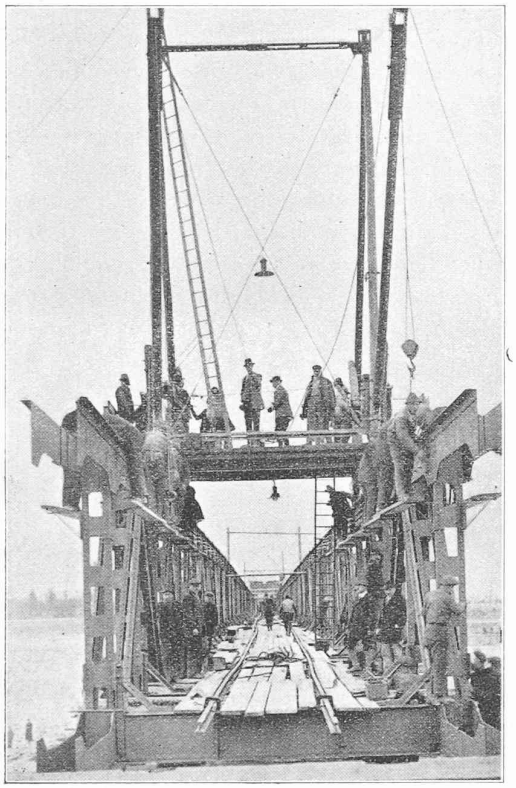

Fig. 18*a*. — *Pont système Zelisko-Roth-Waagner*, à 4 parois. Montage du pont provisoire près de Buchs (territoire de Lichtenstein).

6 parois et 2 étages, avance de *1 m par heure*. Les poids sont les suivants :

Portée	Nombre de parois	Nombre d'étages	Poids total	Poids par m
45,0 m	4	1	140 t	3,1 t/m
61,5 »	4	2	247 »	4,0 »
78,0 »	6	2	442 »	5,7 »
90,0 »	6	2	564 »	5,7 »

Durant la guerre mondiale les autorités militaires autrichiennes avaient commandé au moins 22 000 t de ce système.

J'ajoute encore que le système Roth-Waagner fut employé la première fois sur l'Itter. Une construction métallique destinée à la double voie de la ligne Schwarzach-Wörgl n'avait pas été livrée à temps en 1914-1915 et il s'agissait de remédier à cette situation. Le montage du pont, d'une portée de 40 m et des tronçons formant contrepoids fut effectué en huit jours. Les fig. 18 et 18*a* montrent des détails de ce système.

Dans l'armée autrichienne on fait aussi usage du

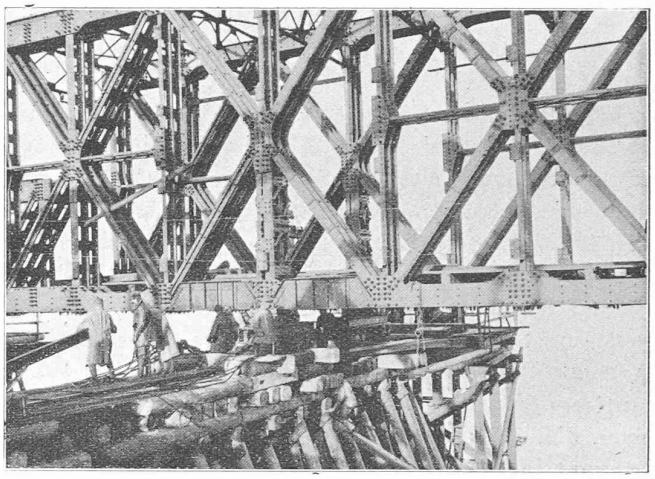

Fig. 18. — *Pont système Zelisko-Roth-Waagner*, à 6 parois. Application au pont sur la Save, près de Belgrade.

système Herbert pour des ponts-routes. Il ressemble beaucoup au système Inglis de l'armée anglaise auquel je reviendrai et fut employé pour le passage du Danube près de Sistovo. La section des poutres principales est triangulaire, sa base est formée par deux tirants et la pointe par une membrure comprimée. Les pièces sont suspendues et portent quatre rangées de longerons sur lesquelles est posé le platelage, voir fig. 19. *(A suivre.)*

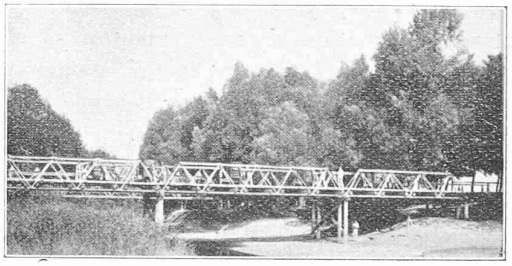

Fig. 19. — *Pont système Herbert*, montage d'essai.

Quelques considérations sur les dérivations dites "provisoires"

par Maurice GOLAZ, ingénieur, Dr ès sciences techniques.

On désigne par *dérivation provisoire* une galerie à faible pente longitudinale destinée à détourner les eaux d'une rivière entre deux sections de son cours, afin de rendre possible l'exécution d'un barrage en fouille ouverte. Une telle galerie doit pouvoir évacuer tout débit instantané Q de la rivière jusqu'à concurrence d'un débit limite Q_l au-dessus duquel on admet que la fouille est submergée par les eaux dépassant la crête des batardeaux amont et aval.

Cette éventualité qui conduit à de sérieux inconvénients pour l'entreprise (arrêt du travail, épuisements, etc.) est encore parfois moins onéreuse que le percement

d'une galerie à grande section, à condition toutefois que la submersion prévue se produise bien pour un débit égal ou supérieur à Q_l.

La détermination judicieuse de la section d'une dérivation provisoire, de sa pente et de sa position relative peut ainsi contribuer largement au succès d'une campagne de travaux ; elle mérite par conséquent d'être traitée avec les mêmes égards que l'on a coutume de témoigner aux ouvrages dits définitifs.

Dans les lignes qui suivent, je me propose d'étudier brièvement les conditions hydrauliques où ces ouvrages peuvent être placés, en marquant la distinction entre les systèmes en charge et ceux qui comportent une surface libre. J'ai été ainsi conduit à établir quelques résultats pouvant intéresser les hydrauliciens. Au point de vue expérimental, considéré de plus en plus comme auxiliaire indispensable pour la résolution de tels problèmes, on peut souhaiter voir se renouveler, à l'occasion d'aménagements nouveaux, des recherches aussi instructives que celles qui furent entreprises, en 1920, par les « Bernische Kraftwerke » lors de la construction de l'usine de Mühleberg. J'y reviendrai d'ailleurs plus loin au § 2.

I. Systèmes en charge.

§ 1. *Expression de la charge sur le radier. Formule du débit.*

Considérons une conduite en charge, de section transversale rectangulaire, ayant un plan de symétrie (fig. 1). En partant des équations du mouvement en régime permanent, on démontre facilement que si les filets restent sensiblement horizontaux, la charge H sur le radier, est exprimée par la formule

$$H = \theta + \lambda + X\frac{u^2}{2g} \tag{1}$$

dans laquelle θ est l'ouverture de la galerie, λ la hauteur piézométrique au plafond [1], $X\frac{u^2}{2g}$ la hauteur due à la vitesse moyenne u, mesurées dans une section verticale Ω.

La formule du débit

$$Q = \theta \,.\, l \,.\, u$$

peut encore s'écrire en tenant compte de (1)

$$Q = \theta \,.\, l \,.\sqrt{H - \theta - \lambda}\sqrt{\frac{2g}{X}}\,. \tag{2}$$

dont la discussion est immédiate. On aura

$\lambda = H - \theta$, le système est au repos.
$\lambda < H - \theta$, le système est en charge.
$\lambda = 0$, le système est sans charge au plafond.
$-10 < \lambda < 0$, le système est en dépression [2].

On montrerait également que le débit Q devient maximum, pour une valeur donnée de λ, lorsque

$$\theta = 2/3\,(H - \lambda) \tag{3}$$

[1] La pression atmosphérique est ici choisie comme origine des pressions.

[2] Ce cas se présente notamment dans une tête de siphon. Mais il y a lieu de tenir compte, dans ces ouvrages, de la courbure des filets liquides et de vérifier qu'il ne se produit pas de cavitation à l'intrados, ni à l'extrados.

Posons $h = H - \lambda$ et introduisons cette notation dans les relations précédentes, on retrouve des expressions identiques à celles d'un système à écoulement libre.

§ 2. *Régime en aval de la galerie. Remarque.*

Nous supposerons la galerie prolongée en aval par un coursier évitant la dispersion du jet en bas et sur les côtés (fig. 1).

La zone de grande turbulence comprise entre la section Ω_1, et celle Ω_2 où s'établit un régime stable à surface libre, est extériorisée par une masse d'eau, animée de mouvements giratoires divers, qui recouvre le jet sortan de la galerie. L'énergie hydraulique se trouve dissipée par le frottement intense des molécules les unes contre les autres. La ligne de charge s'abaisse très fortement.

Imaginons que par un procédé quelconque, on puisse faire varier la cote $\psi_{L.C}$ de la ligne de charge dans la section Ω_2 et par conséquent Z_2 tout en maintenant H_1

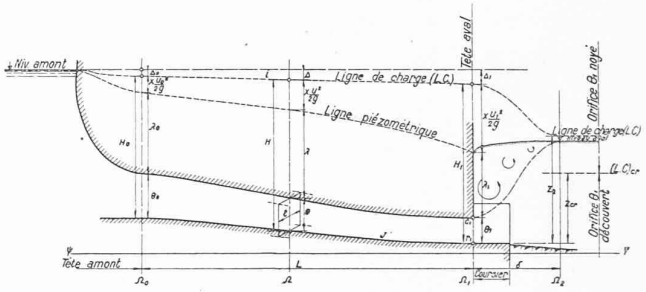

Fig. 1.

constant. La hauteur piézométrique λ_1 variera à son tour ; sa détermination expérimentale n'offrirait aucune difficulté pratique.

Mais l'observation enseigne qu'il existe une position particulière de la ligne de charge, que nous désignerons par $(L.C)_{cr}$, au-dessous de laquelle la hauteur piézométrique s'annule ; l'orifice de sortie est alors découvert. L'écoulement qui prend naissance dans la galerie n'est plus soumis à l'influence de la charge Z_2 ; en d'autres termes, le débit Q reste constant. Au contraire, si l'on a l'inégalité $\psi_{(L.C)} > \psi_{(L.C)_{cr}}$ l'orifice est noyé. La hauteur piézométrique λ_1 exerce un resserrement du débit, lequel s'annule en fin de compte lorsque $\lambda_1 = H_1 - \theta_1$.

Il serait dès lors possible de traduire graphiquement cette variation en reportant dans un système d'axes coordonnés les quantités $\frac{Z_2}{H_1}$ et $\frac{\theta_1 + \lambda_1}{H_1}$ qui, on le conçoit, ne seront pas égales. La formule (2), appliquée dans la section Ω_1, donnerait la variation correspondante du débit. Pour chaque valeur du rapport $\rho = \frac{\theta_1}{H_1}$, on tracerait une courbe analogue.

Si l'on veut réaliser maintenant des conditions telles que la galerie ne soit pas sous l'influence de la charge Z_2, ce qui évidemment est la solution à rechercher, il y aura intérêt à ce que le rapport $\frac{Z_2}{H_1}$ soit légèrement inférieur à $\frac{Z_{cr}}{H_1}$ afin d'éliminer l'incertitude notoire de cette dernière valeur.

Pour se fixer les idées sur la valeur du rapport $\frac{Z_{cr}}{H_1}$, je me reporterai à l'exemple de la galerie de dérivation provisoire de l'usine de Mühleberg [1], et plus spécialement aux essais IV et V pour lesquels des mesures précises ont pu être effectuées. Dans ces deux essais, le ressaut d'exhaussement se formait dans le lit de l'Aar, l'orifice de sortie étant complètement découvert [2]. En se reportant au profil en long (*op. cit.*, p. 10), on obtient

Essais	ρ	$\frac{Z_2}{H_1}$
IV	0,394	1,66
V	0,284	1,57

Le rapport $\frac{Z_{cr}}{H_1}$ sera de toute évidence supérieur aux valeurs précédentes. En extrapolant ces résultats, et tout en restant dans des limites raisonnables, on posera $\frac{Z_{cr}}{H_1} = 1{,}7$, lorsque le coefficient ρ est compris entre 0,3 et 0,4 ; ce sont à peu près les conditions extrêmes où sont placés de tels ouvrages.

Enfin, si le fond de la rivière est constitué par des alluvions particulièrement affouillables, on pourra escompter un abaissement sensible du lit par l'effet de chasse. Celui-ci agit toujours dans le sens de la sécurité.

Remarque : Lorsque le coefficient ρ est très petit, les quantités $\frac{Z_2}{H_1}$ et $\frac{\lambda_1 + \theta_1}{H_1}$ varient d'une manière sensiblement linéaire.

Si l'orifice est noyé, la vitesse, u_1 deviendra

$$u_1 = \sqrt{2g(H_1 - Z_2)}.$$

C'est le cas de deux réservoirs réunis par un orifice de fond.

Si l'orifice est découvert, la vitesse deviendra

$$u_1 = \sqrt{2g\left(H_1 - \frac{\theta_1}{2}\right)}.$$

C'est le cas d'une conduite débitant à gueule bée.

Ces deux expressions sont classiques, mais elles ne conviennent pas au problème qui nous occupe.

§ 3. *Calcul du débouché.*

Dans la section Ω_2, ou toute autre voisine, on supposera la fonction $\psi_{L.C} = f(Q)$, connue par une série de jaugeages. On fixera également le débit Q_l au-dessus duquel on envisage la submersion de la fouille.

Dans la section Ω_1, on choisira d'après la configuration des lieux, la cote Ψ_{r_1} du radier et les dimensions transversales θ_1 et l_1 de la galerie [1]. Un calcul simple donne alors immédiatement la valeur de H_1, ce qui permettra de vérifier la condition pour que l'orifice de sortie reste découvert.

Désignons maintenant par Δ_1 la perte de charge totale engendrée dans la galerie (pertes dues aux frottements, perte à l'entrée, etc.). Ces pertes, remarquons-le, sont toujours importantes par suite des grandes vitesses (10 à 15 m/sec). La cote de la ligne de charge à l'entrée de la galerie, s'obtiendra très facilement par la relation

$$\psi_{L.C\ amont} = \psi_{r_1} + H_1 + \Delta_1.$$

Ce sera aussi la cote du plan d'eau amont si la vitesse d'approche est nulle ou très faible.

Dans la section Ω_0, on doit avoir $\lambda_0 > 0$ afin d'éviter des rentrées d'air dans la galerie et par conséquent l'établissement d'un régime variable fort dangereux. Si la section transversale est constante, il y a parallélisme des lignes de charge et piézométrique, et la condition $\lambda_0 > 0$ est réalisée dès que $J < i$. La pente du radier J peut donc être nulle ou même négative.

Il y aura toujours intérêt à procéder à quelques essais préliminaires en faisant varier l'une ou l'autre des dimensions, afin de s'assurer que le batardeau amont ne prenne pas une importance trop considérable ; il y a donc là une étude économique à poursuivre dans chaque cas particulier. Enfin, on pourra laisser un franc-bord de 0,50 m à 1 m jusqu'au couronnement du batardeau ; c'est une sécurité supplémentaire que l'on peut encore se réserver si une incertitude planait sur la valeur numérique du coefficient de rugosité.

II. Systèmes à écoulement libre.

Dans un système à écoulement libre, la hauteur θ de la galerie est toujours supérieure au tirant d'eau t, que l'écoulement soit tranquille ou torrentiel. Dans un cas comme dans l'autre, le tracé de la ligne d'eau peut être obtenu en appliquant des considérations que j'ai développées dans une étude précédente [2]. L'aération de la lame liquide doit être largement calculée d'un bout à l'autre de la galerie, si on ne veut pas s'exposer aux dangers de dépressions pouvant amener un effondrement de la galerie ou celui du revêtement de ses parois.

Paris, janvier 1930.

[1] «Die Versuche am Grundablasstollen Mühleberg und deren Verarbeitung», von A. J. Keller. — Tirage à part de la *Schweizerische Wasserwirtschaft, 1922.*

[2] La galerie est pourvue à sa tête amont d'une tour d'aération servant également pour la manœuvre d'une vanne à secteur ; il résulte de ce fait que lors des essais précités l'écoulement présentait une surface libre (régime torrentiel). Pour trouver ρ il suffit de remplacer θ_1 par le tirant t_1 mesuré dans la section Ω_1 ; cela résulte de la formule (2) qui devient identique à celle de Torricelli lorsque $\lambda_1 = 0$ (orifice découvert).

[1] Si la section est voûtée, on pourra toujours dans les calculs, et avec quelques précautions, lui substituer une section rectangulaire équivalente.

[2] *Bulletin Technique de la Suisse Romande*, 1928, N°s 21 et 22.

La « coupure » entre les deux réseaux à voie étroite de l'Oberland bernois.

La question de l'introduction d'un troisième rail sur le tronçon Zweisimmen-Interlaken, en vue de réunir les deux réseaux à voie étroite de l'Oberland bernois, a fait l'objet de plusieurs articles dans la presse, notamment dans le *Bulletin technique* du 24 mars 1928, en une note intitulée « Un projet de soudure de deux sections de notre réseau de chemin de fer à voie métrique ».