Zeitschrift: Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes
Band: 4 (1878)
Heft: 2

Artikel: Du mouvement uniforme de l'eau dans les canaux découverts
Autor: Pellis, Edouard
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-5902

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: 15.07.2025

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

4e ANNÉE JUIN 1878 N° 2

BULLETIN

DE LA SOCIÉTÉ VAUDOISE

DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

PARAISSANT 4 FOIS PAR AN

Prix de l'abonnement annuel : pour la SUISSE, 3 fr.; pour l'ÉTRANGER, 3 fr. 50 cent.

Pour les abonnements et la rédaction, s'adresser à M. Georges Bridel éditeur, place de la Louve, à Lausanne.

Sommaire. — Du mouvement uniforme de l'eau dans les canaux découverts, (avec une planche), par Ed. Pellis, ingénieur. — Notice historique, statistique et descriptive sur les chemins de fer de la Suisse occidentale au point de vue spécial de la construction (avec une planche), par J. Meyer, ingénieur en chef de la construction des chemins de fer de la Suisse occidentale.

DU MOUVEMENT UNIFORME DE L'EAU

DANS LES CANAUX DÉCOUVERTS.

Par Ed. Pellis, ingénieur.

Les travaux de MM. Darcy et Bazin ont procuré à l'art de l'ingénieur de précieuses données sur le mouvement de l'eau dans les canaux découverts, et par suite sur le débit de ces canaux.

Les formules algébriques auxquelles on est arrivé peuvent être écrites sous diverses formes. Nous nous proposons ici de donner quelques facilités pour le calcul du débit d'un canal découvert, de forme régulière soit prismatique, creusé dans la terre ou formé d'une maçonnerie de moellons. Nous adoptons la formule

$$Q = KS\sqrt{\frac{Si}{p}}$$

dans laquelle :

Q est le débit du canal, en mètres cubes par seconde, pour le régime uniforme;

K un coefficient qui varie avec la nature des parois mouillées et avec le rayon moyen $\frac{S}{p}$;

S la surface de la section normale de la veine liquide, en mètres carrés;

p le périmètre mouillé, en mètres;

i la pente de la superficie de l'eau (soit la tangente trigonométrique de l'angle de pente).

Le calcul de Q se fait très simplement et rapidement par les logarithmes, au moyen de cette formule, lorsqu'on connaît la valeur du coefficient K.

Cette valeur de K sera fournie par le tableau graphique ci-joint. A cet effet, on prendra sur la ligne des abscisses le point correspondant au rayon moyen $\frac{S}{p}$; on s'élèvera verticalement jusqu'à la rencontre de la courbe inférieure AB si le canal est formé par des parois en terre, ou à la courbe supérieure si les parois sont plus unies, et comparables sous ce rapport à une maçonnerie de moellons. On lira alors immédiatement la valeur de K sur le bord de gauche du cadre. Si K est entier, on trouvera aussi la valeur de son logarithme sur le bord de droite.

La courbe correspondant aux parois en terre se confond sensiblement avec un arc de cercle, *dans les limites de la figure.*

Les résultats que fournit ce tableau graphique s'accordent avec les tables contenues dans le bel ouvrage de M. Edouard Collignon (*Cours de mécanique*), et cela avec un degré d'approximation dépassant les besoins de la pratique. Ce sont ces tables qui nous ont servi de base principale.

La courbe des parois en terre est très distante de celle relative à la maçonnerie de moellons; on voit par là combien grande est l'influence de la nature des parois. En effet, dans la formule telle qu'elle est posée ci-dessus, le débit Q est proportionnel au coefficient K, et la variation qu'on fait subir à ce coefficient se reproduit, identique, sur le débit du canal. La forme graphique présente dès lors ce grand avantage, que l'ingénieur peut rapidement se rendre compte, dans une mesure suffisante, des modifications à apporter au coefficient K pour les diverses natures de parois en terre qui peuvent se présenter, et de l'influence de ces modifications sur le débit.

Des colonnes de chiffres pourraient difficilement fournir les éléments des cas multiples que l'ingénieur rencontre en pareille matière. Tantôt on aura à calculer le débit d'un lit à parois argileuses et non gazonnées, tantôt à parois gazonnées, quelquefois même à parois composées de grosses mottes de gazon des marais séparées par des fissures profondes. De pareilles interpolations sont facilitées par la forme graphique.

Quant au fait assez curieux que la courbe relative aux parois en terre se confond avec un arc de cercle sur notre figure, il est l'effet d'un hasard dont on pourra profiter pour décrire rapidement cette courbe sur un papier quadrillé dont la graduation présentera un même intervalle pour une unité de K et pour un dixième d'unité du rayon moyen; si cet intervalle est de cinq millimètres, le rayon de l'arc de cercle sera de $0^m,147$. L'arc de cercle commencera au point qui a pour abscisse 0,358 et pour ordonnée 28, et se terminera à celui qui a pour abscisse 2,5 et pour ordonnée 48,7.

On pourrait dessiner aussi les courbes correspondant à des parois très unies, en ciment ou en pierre de taille, mais nous nous sommes proposé exclusivement la production d'un petit tableau pour carnet de poche, facilitant le calcul des dimensions à donner aux canaux d'assainissement et aux corrections de rivières en pleine campagne, c'est-à-dire à parois peu unies.

Exemple. La section normale d'un canal prismatique, à parois en terre, est de 18,78 mètres carrés; le périmètre mouillé

correspondant est de $15^m,64$. La pente du canal est de 0,0045, et pour le régime uniforme la pente superficielle de l'eau aura cette même valeur. De quel débit ce canal est-il capable? — On calculera d'abord le rayon moyen $\frac{S}{p}$, qui vaut 1,20; on prendra donc sur la figure l'abscisse 1,20, puis en montant verticalement jusqu'à la courbe des parois en terre, on trouve pour K la valeur 41,8. Introduisant alors cette valeur dans la formule du débit, on trouve $Q = 57$ mètres cubes par seconde, ou plus exactement $57^{mc},704$. On voit en même temps et sans calcul qu'une variation d'une unité du coefficient K aurait pour effet une variation de près d'un et demi mètre cube pour le débit.

Le problème se pose en général sous la forme suivante : *Quelles sont les dimensions à donner à un canal qui aura telle pente et devra être capable de tel débit?* On choisit alors à vue une section qu'on présume devoir être capable de ce débit, et l'on vérifie par la formule si elle en est réellement capable. C'est donc par tâtonnements successifs, et après des essais souvent nombreux qu'on arrive à résoudre le problème d'une manière satisfaisante; tout procédé tendant à abréger ces tâtonnements sera bien accueilli par les gens de l'art.

Dans l'exemple ci-dessus, la vitesse *moyenne* de l'eau sera de $\frac{57.7}{18.78}$ soit de $3^m,07$ par seconde. L'ingénieur examinera si cette vitesse est admissible, ce qui dépend de plusieurs considérations variant pour chaque cas particulier, entre autres du plus ou moins de fréquence probable du débit maximal, de la quantité et de la nature des matières charriées, du degré de nuisance des érosions et de la plus ou moins grande tendance du cours d'eau à déposer les matières en suspension. Si l'on en croyait la plupart des traités d'hydraulique, la vitesse *au fond* d'un canal en terre ne devrait pas dépasser 8 centimètres, et 15 centimètres pour l'argile tendre. Ces mêmes ouvrages fixent une vitesse maximale de 3 mètres au fond d'un canal en granit. On serait souvent fort embarrassé de suivre ces règles dans la pratique, mais on cherchera à s'en rapprocher en changeant la forme de la section de manière à modifier le rayon moyen, si l'on ne peut modifier la pente. En même temps, on doit tenir compte de l'équilibre entre les remblais et les déblais.

Dans tel cas donné, les parois d'un lit creusé dans la terre se recouvriront assez promptement de galets pour admettre une vitesse d'un mètre au fond.

En choisissant la forme de la section normale, on ne perdra pas de vue la recherche d'un équilibre entre le danger des érosions et la production des dépôts; on réunira autant que possible les basses eaux dans un lit mineur, sorte de cunette peu large creusée dans l'axe du canal.

On a longtemps admis que la rugosité des parois mouillées n'avait qu'une faible influence sur la vitesse de l'eau; on supposait, à peu de distance de la paroi, l'existence d'une *paroi d'eau*, immobile et lisse, sur laquelle aurait glissé la masse centrale de la veine. L'examen de nos courbes fait voir qu'il n'en est pas ainsi, mais qu'au contraire les rugosités de la paroi doivent donner naissance à des tourbillons, à des mouvements intérieurs qui ne sont pas dirigés dans le sens du courant et qui diminuent la vitesse de la veine liquide tout entière, qui pénètrent le volume total de l'eau et absorbent une puissance vive considérable, en transformant constamment une partie du mouvement utile au débit en mouvements divers contraires à celui-ci.

C'est ainsi que pour le rayon moyen 1,5, par exemple, la substitution de parois en maçonnerie de moellons aux parois en terre, porte le coefficient K de 44,1 à 59,9, et augmente par conséquent le débit dans la proportion de 1 à 1,36.

NOTICE

HISTORIQUE, STATISTIQUE ET DESCRIPTIVE

sur

LES CHEMINS DE FER DE LA SUISSE OCCIDENTALE

AU POINT DE VUE SPÉCIAL DE LA CONSTRUCTION

par J. Meyer

ingénieur en chef de la construction des chemins de fer de la Suisse occidentale.

Le réseau de la Compagnie des chemins de fer de la Suisse occidentale a été constitué par la fusion des lignes ayant appartenu aux trois compagnies ci-après :

	Etendue.
1° Compagnie de l'Ouest-Suisse	150 kilom.
2° Compagnie de Lausanne-Fribourg-frontière bernoise et Genève-Versoix	99
3° Compagnie du Franco-Suisse	72
Total,	321 kilom.

Nous reviendrons plus loin sur la constitution du réseau de chacune de ces lignes.

Ce sont elles qui forment l'*ancien réseau*, dont la fusion eut lieu en 1872.

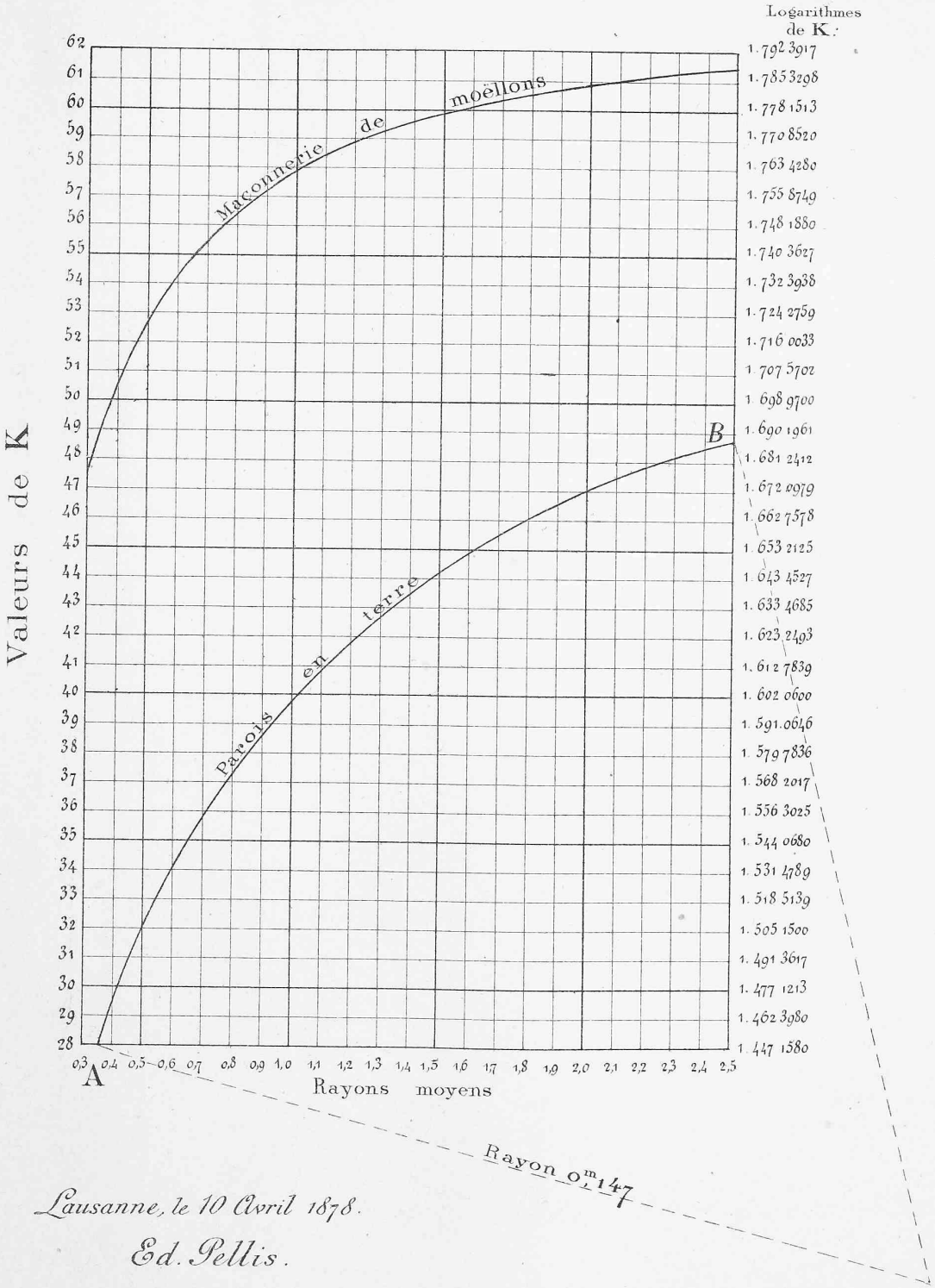
Le nouveau réseau se compose des accessions faites depuis, soit :

1° La ligne de la *Broye longitudinale* de Palézieux (jonction avec la ligne Lausanne-Berne) à Fraeschels où elle se raccorde au chemin de fer du Jura-Berne, fusionnée par convention des 31 mars et 12 avril 1873	69
2° La ligne de la Broye transversale, soit de Fribourg à Payerne (où elle croise la ligne longitudinale) et à Yverdon, dont la concession a été cédée à la Suisse occidentale également en 1873 . . .	51
3° La ligne de Jougne (de la frontière franco-suisse, près Vallorbes, où elle forme le prolongement d'un embranchement appartenant au Paris-Lyon-Méditerranée, aboutissant à Pontarlier) à Eclépens, près de la gare de Cossonay, sur la ligne Yverdon-Lausanne, appartenant à la Suisse occidentale. En 1873, la Compagnie avait acheté la presque totalité des titres de cette compagnie et passé avec elle un traité d'exploitation; en 1876, un traité de fusion l'a fait passer définitivement dans la propriété de la Suisse occidentale . . .	40
Total du nouveau réseau,	160 kilom.
Total des lignes appartenant à la Suisse occidentale,	481 kilom.

Par suite de traités d'exploitation, la Compagnie de la Suisse occidentale est chargée de l'exploitation des lignes suivantes :

MOUVEMENT DE L'EAU DANS LES CANAUX DÉCOUVERTS

$$Q = KS\sqrt{\frac{Si}{p}}$$



Lausanne, le 10 Avril 1878.

Ed. Pellis.

Lith. Spengler.