Zeitschrift: Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes

Band: 25 (1899)

Heft: 1

Artikel: Débits de l'eau dans les canaux découverts: nouvelle formule proposés par M. Bazin

Autor: Orpiszewski, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-20836

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: 13.07.2025

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

breuses amitiés, et il en profitait largement, étant éminemment sociable. Malgré sa surdité, il s'était encore rendu le 3 novembre dernier à une réunion amicale des Centraux suisses à Neuchâtel, et, en été, au 7e congrès international de navigation à Bruxelles. Il avait pris goût à ces congrès qui, à côté de leur utilité technique, lui procuraient des relations éminentes.

Chrétien convaincu il n'a jamais caché son drapeau; il savait manifester la foi qui le soutenait dans les épreuves. Il est mort debout; le lent déclin, les longues souffrances lui ont été épargnées. Peu de moments avant d'expirer, il avait assisté à l'arbre de Noël des Amis de la Pontaise. « Rien n'a troublé sa fin : c'est le soir d'un beau jour, » qu'on prenne ce mot « jour » au sens figuré de vie entière, ou qu'on l'entende au sens propre : ce beau dimanche 18 décembre 1898, consacré par lui au culte divin et à l'amitié.

DÉBITS DE L'EAU

DANS LES CANAUX DÉCOUVERTS

Nouvelle formule proposée par M. Bazin.

Pour le calcul des débits dans les canaux découverts, les ingénieurs français se servaient en général jusqu'à ce jour de la formule connue de Bazin, basée sur les expériences de Darcy :

$$Ri = AU^2$$

dans laquelle R est la valeur du rayon moyen c'est-à-dire le rapport $\frac{S}{p}$ de la section d'eau considérée au périmètre mouillé, i la pente superficielle de l'eau dans le canal, U la vitesse moyenne du courant, enfin A un coefficient variable suivant la nature des parois.

MM. Ganguillier et Kutter, se basant sur les expériences de Humphreys et Abbot sur le Mississipi et sur d'autres rivières, ont proposé une formule plus complexe, qui a généralement été adoptée dans les autres pays, et dans laquelle la vitesse moyenne U aurait en mesures métriques la valeur suivante :

$$U = \frac{23 + \frac{0{,}00155}{i} + \frac{1}{n}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} \sqrt{Ri}$$

n étant ici le coefficient dépendant de la nature des parois et les autres lettres ayant la même signification que dans la formule de Bazin.

Hâtons-nous d'ajouter que ces ingénieurs ont aussi donné un tableau à l'aide duquel on peut déterminer plus facilement les valeurs de U à l'aide d'une simple construction graphique. Ce tableau se trouvant dans la plupart des aide-mémoire nous n'en parlerons pas ici.

Si dans l'expression de la valeur du U ci-dessus, nous faisons :

$$k = 23 + \frac{0{,}00155}{i}$$

et $\frac{Ri}{U^2} = A$ nous arrivons à l'équation suivante :

$$\frac{\sqrt{A}}{n} - 1 = \frac{kn}{1 + kn}\left(\frac{1}{\sqrt{R}} - 1\right)$$

Or si dans cette équation R se trouve par hasard égal à l'unité, le second nombre devient zéro et nous avons :

$$\sqrt{A} = n$$

Ce qui veut dire que $\sqrt{A}$ devient indépendant de la pente pour une valeur du rayon moyen égale à un mètre. Le facteur entre parenthèses changeant de signe suivant que le rayon moyen est inférieur ou supérieur à l'unité, l'influence de la pente sur la valeur de $\sqrt{A}$ change en même temps de sens de part et d'autre de cette limite arbitraire.

Cette anomalie a engagé M. Bazin à reprendre la question ; dans un travail fort intéressant, paru dans les *Annales des ponts et chaussées*, 4e trimestre 1897, il a comparé et examiné es expériences sur lesquelles se sont basés MM. Ganguillier et Kutter, il y a ajouté les résultats des anciennes expériences de Darcy, ceux des siennes propres, enfin tous ceux que divers expérimentateurs ont obtenus ces dernières années. Tous ces résultats sont groupés en un tableau sur lequel M. Bazin a reporté aussi pour les comparer, ceux donnés par le calcul par la formule de Ganguillier et Kutter ; ces derniers, par suite de la valeur variable qu'on peut choisir pour le coefficient n, embrassent plus ou moins bien les résultats des expériences directes.

L'examen de ce tableau et les anomalies qu'il avait constatées dans la formule de MM. Ganguillier et Kutter, ont amené M. Bazin à proposer l'expression suivante :

$$\frac{\sqrt{Ri}}{U} = 0{,}0115\left(1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}\right)$$

et par conséquent pour U :

$$U = \frac{87\sqrt{Ri}}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$$

équations dans lesquelles γ est le coefficient dépendant de la nature des parois du canal, et auquel M. Bazin a assigné les valeurs suivantes :

Catégorie No 1. $\gamma = 0{,}06$. Parois très unies (ciment, bois rabotté, etc.).

Catégorie No 2. $\gamma = 0{,}16$. Parois unies (planches, briques, pierre de taille, etc.).

Catégorie No 3. $\gamma = 0{,}46$. Parois en maçonnerie de moellons.

Catégorie No 3 *bis*. $\gamma = 0{,}85$. Parois mixtes (section en terre très régulières, rigoles revêtues de perrés, etc.).

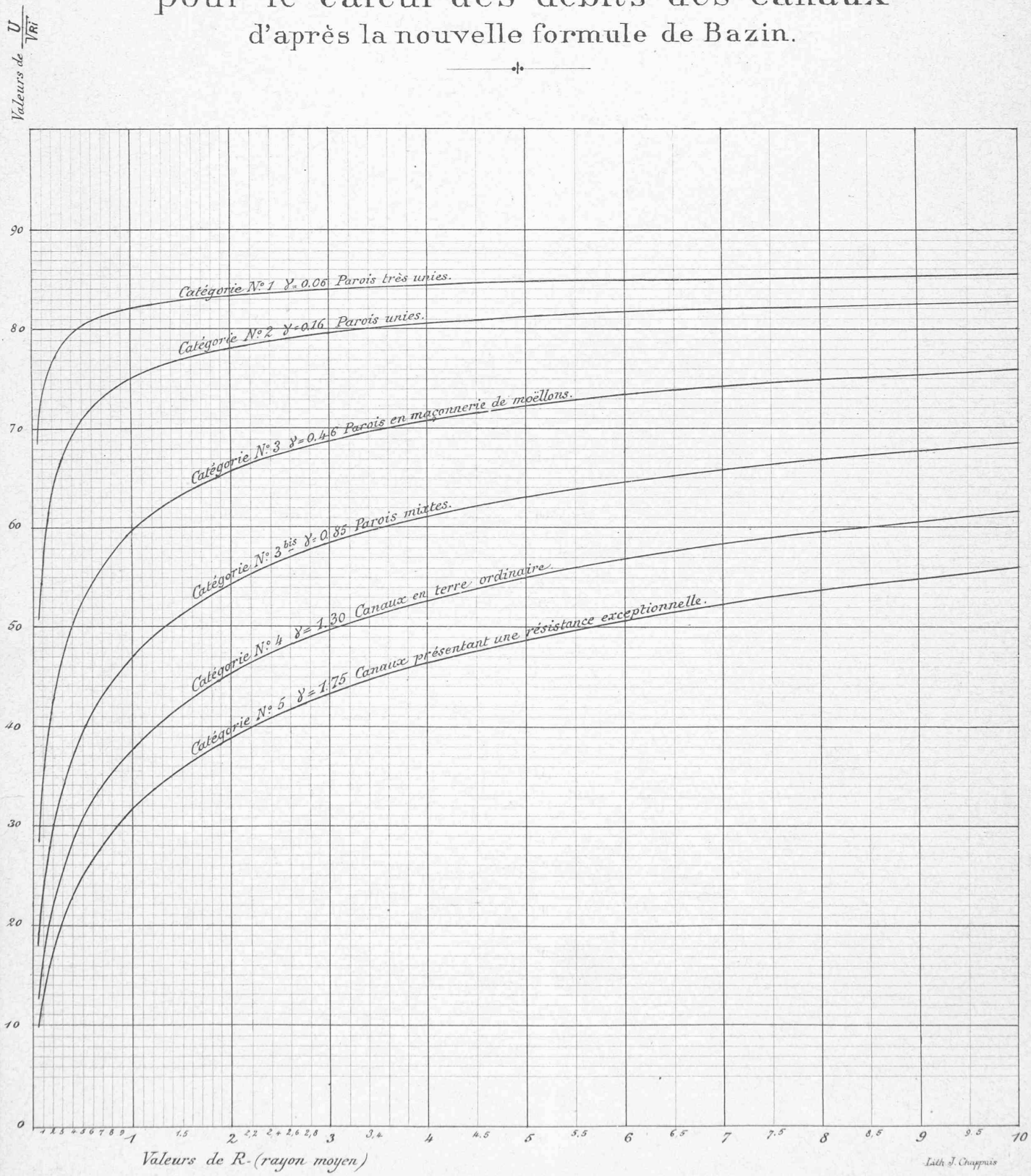
Catégorie No 4. $\gamma = 1{,}30$. Canaux en terre dans les conditions ordinaires.

Catégorie No 5. $\gamma = 1{,}75$. Canaux présentant une résistance exceptionnelle (fonds de galets, parois herbées, etc.).

Il a en même temps calculé deux tableaux numériques dans lesquels se trouvent les valeurs de $\frac{\sqrt{Ri}}{U}$ et de $\frac{U}{\sqrt{Ri}}$ pour des valeur de R allant de 0,05 à 20,00.

Ce qu'il importe surtout aux praticiens, c'est de pouvoir déterminer le plus facilement et le plus exactement possible le débit Q d'un canal donné ; soit qu'on en ait besoin pour un projet, soit qu'on n'ait pas la possibilité de déterminer expérimentalement la vitesse moyenne, il est souvent désirable de pouvoir l'obtenir par le calcul.

ABAQUE
pour le calcul des débits des canaux
d'après la nouvelle formule de Bazin.



Lith. J. Chappuis

Seite / page

leer / vide / blank

Le débit d'un canal est donné par la relation :

$$Q = US$$

S étant la section d'eau, et U la vitesse moyenne de l'eau ; pour a vitesse toutes les formules peuvent se ramener à :

$$U = k \sqrt{Ri}$$

expression dans laquelle il s'agit de déterminer la valeur du coefficient k. Dans un travail publié dans le numéro 2, juin 1878, du *Bulletin des ingénieurs et architectes vaudois*, feu M. Pellis, ingénieur avait donné un tableau graphique à l'aide duquel, on peut trouver directement à l'échelle, cette valeur k pour les diverses valeurs du rayon moyen R. Nous avons mis de même en tableau graphique les valeurs calculées par la formule de M. Bazin pour $\frac{U}{\sqrt{Ri}}$ et pour les diverses valeurs de γ. L'usage de ce tableau est le même que celui du tableau de M. Pellis : en effet, en nommant aussi k les ordonnées nous aurons :

$$\frac{U}{\sqrt{Ri}} = k$$

d'où

$$U = k \sqrt{Ri}$$

Ayant eu l'occasion de prendre les débits d'un canal, nous avons pu, pour ce cas particulier, comparer les résultats donnés par la méthode Bazin, celle de Ganguillier et Kutter et le mesurage direct. Sur un tronçon de 180 m. de longueur d'un canal d'une section assez régulière, perreyée sur un mètre de hauteur à sa partie inférieure, nous avons observé la vitesse du courant d'une crue d'eau à l'aide d'une série de flotteurs. La moyenne des vitesses à la surface a été sur ce parcours de $2^{m}735$ à la seconde; en éliminant comme de raison les flotteurs qui n'avaient pas bien suivi le milieu du courant. La moyenne des sections d'eau de ce même tronçon était de $17^{m}15$. En réduisant la vitesse à la surface suivant la proportion indiquée par Claudel nous avons $U = 2{,}371$,
d'où par conséquent $Q = 17{,}15 \times 2{,}371 = 40^{m2}66$.

Voyons maintenant ce que nous donnera le calcul avec les coefficients de Bazin.

La pente $i = 0{,}00198$; le périmètre mouillé $p = 13{,}50$ d'où le rayon moyen $R = \frac{17{,}15}{13{,}50} = 1^{m}27$.

Pour cette valeur de R et des parois mixtes nous trouvons sur le tableau ci-joint $k = 49{,}5$ d'où

$$Q = 49{,}5 \sqrt{1{,}27 \times 0{,}00198} \times 17{,}15 = 42{,}53$$

Résultat un peu trop fort, mais admissible cependant.

Voyons maintenant ce que nous donnera la méthode de Ganguillier et Kutter. Nous devons tout d'abord choisir n. Or pour des parois mixtes nous avons à choisir entre $n = 0{,}020$ qui nous donnerait $Q = 45^{m3}96$ résultat trop fort et $n = 0{,}030$ qui nous donnerait $Q = 31{,}38$ résultat trop faible ; en tâtonnant nous arrivons à une valeur de $n = 0{,}023$ qui nous donne :

$$Q = 40{,}47$$

Il semblerait donc résulter de ce qui précède, que lorsque l'on peut choisir convenablement la valeur de n qui s'applique à une rivière donnée et qu'on ne se trouve pas en présence d'une des anomalies critiquées par M. Bazin, la méthode de MM. Ganguillier et Kutter permet de se rapprocher davantage de la réalité. Par contre lorsqu'on est embarrassé pour choisir n, on arrive plus vite et plus près du débit réel avec les coefficients de Bazin.

Il ne faut toutefois pas perdre de vue que les coefficients donnés, soit par les uns, soit par les autres, ne sont toujours que des moyennes résultant de l'examen d'un certain nombre de cas ; il n'y a donc rien d'étonnant à ce que la réalité ne concorde pas toujours très exactement avec le résultat du calcul.

Lausanne, 15 janvier 1899.

J. Orpiszewsky, Ing^r.

LES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION SUISSES

par A. Gremaud

Ingénieur en chef des ponts et chaussées du canton de Fribourg.

(*Suite.*)

Quant à la nature du sable à employer dans la fabrication des mortiers à ciment, les experiences faites à ce sujet ont prouvé que le mortier était d'autant moins compact et moins résistant que le sable était plus régulier et plus fin et que le meilleur mortier était celui qu'on obtenait en mélangeant au ciment un sable aussi gros que possible ne contenant pas de grains fins ni moyens, de telle sorte que le volume absolu du sable fût à peu près double de celui du ciment, ce qui correspond à une proportion d'environ 600 gr. de ciment pour 1 kg. de sable.

Comme il existe dans la nature peu de sable répondant à cette condition, il sera prudent de soumettre directement à des expériences préalables lee divers sables qu'on aura en vue, afin de déterminer le meilleur dosage correspondant à chacun d'eux, les quantités de ciment et de sable entrant dans un mètre cube des mortiers obtenus et les prix de revient de ces mortiers.

Des essais intéressants sur le prix de revient des voûtes, exécutées avec différents matériaux, ont été faits par la Commission des voûtes de l'Association des ingénieurs et architectes autrichiens. Nous les résumons dans le tableau ci-après.

Les voûtes en béton ou en ciment armé sont donc les plus économiques. Cette économie, à résistance égale, est relativement considérable par rapport à l'ac métallique.

A prix égal et pour la résistance à la rupture, l'arc métallique est 1,88 fois plus faible que celui en béton et 2,72 fois plus faible que celui en ciment armé.

Le tableau ci-haut nous montre les avantages que présentent les travaux en ciment et surtout le ciment armé sur les autres genres de constructions, mais pour bien faire toucher du doigt toute l'importance des constructions en ciment, nous allons encore citer quelques exemples d'ouvrages exécutés :

Le *pont de Wildegg*, biais, est le premier pont construit (1850) en ciment armé (treillis) en Suisse.

Portée	$37^{m}22$
Flèche	$3^{m}50$
Largeur	$7^{m}90$
Epaisseur à la clef	$0^{m}17$
Epaisseur aux naissances	$0^{m}25$