

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik =
Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières

Herausgeber: Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres

Band: 22 (1924)

Heft: 5

Artikel: Vitesse de l'eau dans les conduites de drainage

Autor: Diserens

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-188526>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.03.2025

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

sa conférence par Monsieur le Docteur Haab, adjoint à la Division de Justice du Département Fédéral de Justice et Police.

La Course du samedi après-midi s'annonce comme devant être très intéressante et de nature à satisfaire chacun. Il y aura une réception à Vevey dans les caves de l'Hôpital et dans celles de la maison Obrist, puis ... une surprise non moins agréable.

L'exposition qui aura lieu dans la salle Tissot et dans les deux salles de conférences de l'université s'annonce aussi sous les meilleurs auspices. Plus de 23 exposants y participeront avec des documents et des instruments des plus intéressants.

Nous espérons donc que cette assemblée, ces conférences et cette exposition laisseront à tous le meilleur souvenir et qu'elles réuniront un grand nombre de collègues confédérés.

Vitesse de l'eau dans les conduites de drainage.

I. Introduction.

On énonce une vérité évidente en disant que chacune des bases techniques d'un projet de drainage, c'est-à-dire la profondeur, l'écartement et la disposition des tranchées, le débit spécifique, exerce une influence prépondérante sur le degré d'efficacité des travaux projetés et le coût de ceux-ci. Aussi toutes les constatations d'ordre pratique ou les recherches qui permettent de préciser l'un ou l'autre de ces éléments techniques ont-elles leur utilité. La détermination de la vitesse de l'eau, considérée par les praticiens comme une des données les plus certaines, n'échappe pas à ce besoin d'exactitude.

En effet, la relation qui indique la vitesse de l'eau dans les conduites formées par des drains en argile cuite ou en béton de ciment, revêt une importance particulière du fait qu'elle sert à déterminer le diamètre. Malgré l'imprécision relative qui accompagne l'évaluation du débit spécifique, il est utile de connaître d'une façon précise la vitesse d'écoulement et par suite le débit en fonction du diamètre, de la pente, de la nature des parois et du degré de remplissage de la conduite.

La connaissance exacte de ces relations est nécessaire si l'on veut par exemple étudier l'effet des drains sur la nappe souterraine, ainsi que le mode d'évacuation de la fraction des précipitations atmosphériques infiltrée dans le sol.

Les ouvrages et instructions sur la matière présentent une variété d'indications un peu embarrassante pour le praticien non averti. Les formules exprimant la vitesse, appliquées à l'origine aux conduites de drainage, proviennent des résultats d'expériences faites par Eytelwein et Prony au moyen de conduites en fonte écoulant l'eau d'un réservoir. Or les conduites de drainage présentent des particularités qui les différencient nettement des conduites employées lors des expériences mentionnées. Ces particularités proviennent de l'absence de pression, sauf dans certains cas, puis de la résistance des parois et des joints au passage de l'eau.

La fréquence des joints ouverts, qui est de $3\frac{1}{3}$ à $2\frac{1}{2}$ par mètre courant, introduit une résistance bien supérieure à celle constatée dans les conduites en tuyaux de ciment à joints fermés. En outre les filets liquides qui, sous l'influence de la pression de la nappe souterraine, pénètrent par chaque joint à l'intérieur des drains viennent troubler le régime d'écoulement qui s'établirait sans cette pénétration, du moins pour les petits diamètres.

Pour être certain d'exprimer avec exactitude la relation donnant la vitesse et surtout les coefficients correspondant aux divers matériaux, il fallait effectuer des jaugeages et observations sur des conduites de drainage établies dans des conditions bien déterminées. C'est ce qui a été heureusement réalisé par le service du génie rural des États-Unis avec un ensemble de moyens qui témoigne de l'importance que l'on attache, dans ce pays, aux progrès des travaux de l'hydraulique agricole.

II. Les relations en usage.

Une des plus anciennes formules, utilisée encore de nos jours, est celle donnée par Vincent en corrigeant la relation d'Eytelwein au moyen d'un coefficient dit de drainage, $\frac{a}{b}$, dont

la valeur dépend du diamètre d comme suit:

$d = 5 \quad 6,5 \quad 8 \quad 10 \quad 13 \quad 16 \quad 18 \quad 21 \text{ cm}$

$\frac{a}{b} = 0,75 \quad 0,78 \quad 0,80 \quad 0,83 \quad 0,86 \quad 0,88 \quad 0,90 \quad 0,92$

$$V = 3,59 \frac{a}{b} \sqrt{\frac{50 \, d \, h}{2 + 50 \, d}}$$

où d , h et l représentent respectivement le diamètre, la pente

par mètre et la longueur de la conduite, exprimés en mètres, la vitesse V en m/sec.

Le débit d'une conduite complètement remplie est donné par:

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot 3,59 \frac{a}{b} \sqrt{\frac{50 d h}{2 + 50 d}} = 2,818 d^2 \frac{a}{b} \sqrt{\frac{50 d h}{50 (2 + d)}}$$

$$= 2,818 d^2 \frac{a}{b} \sqrt{\frac{d h}{2 + d}}$$

où Q est exprimé en m^3/sec et h en mètres de pente par 100 mètres.

Cette relation figure dans la plupart des ouvrages sur la matière, ainsi que dans les « Instructions pratiques du service français du génie rural » (1) comme dans les « Instructions de la commission générale de Silésie » (2). Ces instructions sont accompagnées de tables et graphiques servant à déterminer, au moyen de la formule de Vincent, les diamètres des drains et collecteurs en admettant diverses valeurs pour l'écoulement par hectare et seconde.

En partant de la formule de Prony, le professeur Gieseler a donné $v = 20 \sqrt{\frac{d h}{1}}$ ou pour $l = 100$ m, $v = 2 \sqrt{d h}$. C'est un cas particulier de la formule de Vincent. En effet, si on pose $k = 3,59 \frac{a}{b} \sqrt{\frac{d}{2 + d}}$, on obtient $v = k \sqrt{d h} \%$. Or lorsque le diamètre varie de 6 à 21 cm, le coefficient k varie de 1,9 à 2,2 et la valeur $k = 2$ correspond au diamètre $d = 0,10$ m.

En utilisant cette formule, le débit d'une conduite complètement remplie est donné par $Q = \frac{\pi d^2}{4} 2 \sqrt{d h} = 1,57 \sqrt{d^5 h}$, où h est exprimé en $\%$ et Q en m^3/sec . C'est la relation qui a servi de base aux tables et graphiques généralement utilisés en Suisse (3) et en Autriche (4).

Si on introduit dans $v = 2 \sqrt{d h}$ le rayon hydraulique $R = \frac{\pi d^2}{4 \pi d} = \frac{d}{4}$ et la pente $h \%$ = 100 J , on retrouve la formule bien connue de Chézy $v = c \sqrt{R J}$, dans laquelle le coefficient $C = 40$. Une conduite de drainage est alors assimilée à une rigole ou canal ouvert dont le coefficient de vitesse a une valeur

fixe, tandis qu'habituellement ce coefficient dépend non seulement du degré de rugosité, mais de R (Bazin) et de J (Kutter).

Pour corriger cette valeur fixe du coefficient C qui ne correspond pas aux résultats de nombreuses recherches, divers auteurs ont utilisé, soit la formule de Bazin, soit celle de Ganguillet

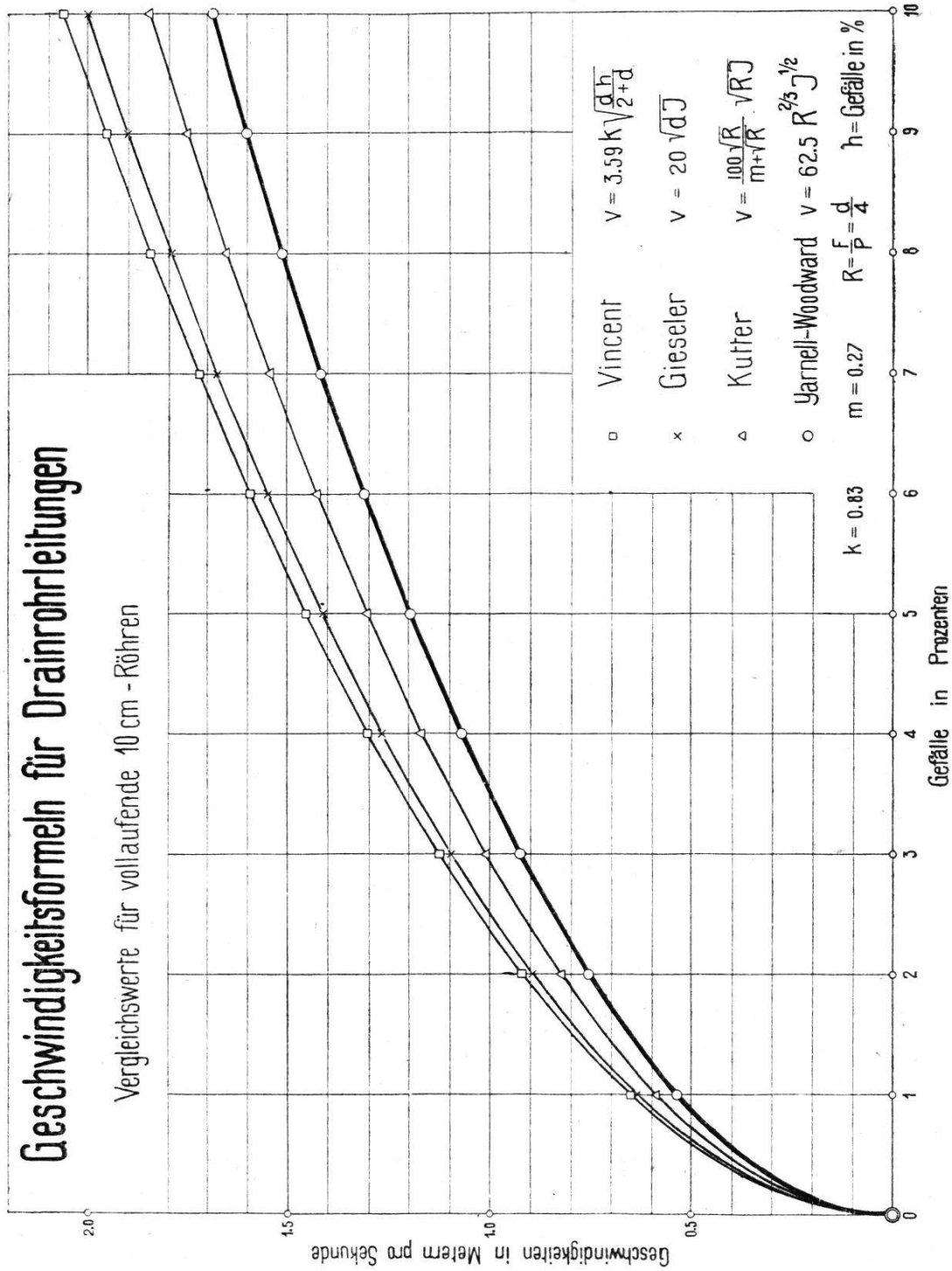


Fig. 2.

Comparaison de l'emploi des 4 formules courantes pour déterminer la vitesse moyenne dans une conduite en drains de 0,10 m de diamètre.

et Kutter, en attribuant aux coefficients de ces formules des valeurs estimées par comparaison avec celles déterminées pour d'autres catégories de conduites et de matériaux.

C'est ainsi que Merl avait choisi $\gamma = 0,19$ pour le coefficient de rugosité dans la formule de Bazin $v = \frac{87 \sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}} \sqrt{RJ}$. Dans une conduite à moitié ou complètement remplie, $R = \frac{D}{4}$ indique toujours le rayon hydraulique.

Spöttle a fait usage du coefficient $\gamma = 0,20$ de la formule de Bazin et de $m = 0,27$ dans la formule de Kutter simplifiée

$$v = \frac{100 \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{RJ}. \text{ Cette dernière expression et } m = 0,27$$

ont été adoptées par Fauser (6) pour l'établissement des graphiques contenus dans Méliorationen I Entwässerung.

En Amérique, on paraît affectionner tout particulièrement la formule de Chézy avec le coefficient de Ganguillet et Kutter; c'est pourquoi des publications récentes (7) contiennent des graphiques construits en utilisant les relations indiquées et le coefficient de rugosité $n = 0,015$ ou $n = 0,013$.

Nous pourrions ajouter d'autres relations, mais ce qui précède peut suffire à caractériser la diversité des formules utilisées et la préoccupation de la plupart des auteurs, d'introduire une relation plus pratique et plus exacte que celles en usage.

Les comparaisons des valeurs obtenues montrent que les chiffres résultant de l'emploi de la formule de Vincent sont plus élevés que ceux donnés par celle de Kutter, tout au moins pour les diamètres inférieurs à 0,20 m. On en conclut que les tables et graphiques correspondants indiquent des diamètres trop faibles. Ainsi, pour une pente de 1 % on obtient:

diamètre	formule de Kutter simplifiée		formule de Vincent	
	vitesse	débit	vitesse	débit
0,05 m	0,33 m/sec	0,64 l/sec	0,42 m/sec	0,82 l/sec
0,06 „	0,38 „	1,10 „	0,46 „	1,22 „
0,08 „	0,48 „	2,40 „	0,56 „	2,85 „
0,10 „	0,58 „	4,60 „	0,65 „	5,00 „
0,15 „	0,81 „	14,00 „	0,85 „	15,00 „
0,20 „	1,03 „	32,00 „	1,03 „	32,00 „
0,25 „	1,25 „	60,00 „	1,23 „	58,00 „

Pour corriger ces divergences, MM. Faure⁴ inspecteur et P. Rolley, Ingénieur du génie rural (8), proposaient d'augmenter le débit spécifique pour les petits diamètres. Ces auteurs estimaient qu'on ne peut admettre sans contrôle les coefficients donnés par les expérimentateurs, tels que Bazin, Ganguillet et Kutter qui se sont placés, pour leurs déterminations, dans des conditions très différentes de celles qui intéressent le drainage. Ils concluaient en 1910: « Il y aurait par suite, à notre avis, un grand intérêt d'entreprendre sur ce point des recherches expérimentales. »

Friedrich admet bien que le coefficient de la formule de Gieseler donne des vitesses supérieures à la réalité pour les petits diamètres, mais il estime que puisque le débit diminue assez rapidement au cours des semaines qui suivent l'exécution des travaux, on peut admettre cette relation du point de vue pratique, car il en résulte une économie dans le choix du diamètre des drains. Il n'est pas indiqué d'admettre ce point de vue, car il tend à combiner deux sources d'erreurs de genre très différent. Le débit spécifique à l'unité de surface et le débit des conduites doivent être déterminés séparément avec autant de précision que la nature des éléments entrant en jeu le permettent.

III. Les recherches effectuées aux États-Unis.

Grâce aux moyens techniques et financiers mis à la disposition de la section des drainages du service du génie rural de ce pays, des observations ont été effectuées en 1916 et 1917 avec un grand souci de l'exactitude et beaucoup de sens pratique. Les résultats ont été publiés dans une brochure: « The flow of Water in Drain Tile » à laquelle nous empruntons les renseignements qui suivent.

Les expérimentateurs se proposaient de déterminer séparément l'influence du diamètre de la conduite, son degré de remplissage, la pente, la nature des matériaux, puis les joints sur la pente superficielle et la vitesse de l'eau. Or il est extrêmement difficile d'observer l'effet de ces divers facteurs sur des conduites placées en plein champ lorsque la nappe souterraine affleure le terrain, c'est pourquoi les expérimentateurs ont construit de toutes pièces une tranchée de 0,60 m de largeur et 174 mètres de longueur, à pente variable, dont le fond et les parois étaient formés

par des plateaux de 0,05 m d'épaisseur. Les joints des plateaux furent cimentés de manière à rendre la tranchée étanche. Grâce à des supports mobiles fixés à des cadres en bois, il fut possible de donner à la tranchée successivement et sur toute sa longueur, des pentes de 0,0005; 0,001; 0,002; 0,003; 0,005; 0,0075; 0,01; 0,0125 et 0,015. Les drains utilisés comportaient l'emploi des diamètres de 4 pouces (10,16 cm) puis 5, 6, 8, 10 et 12 pouces (30,48 cm) et ceci pour chaque nature de matériau, argile cuite ou béton de ciment. La longueur des drains est de 0,305 m pour les diamètres jusqu'à 8 pouces (20,3 cm) et de 0,61 m pour les diamètres de 10 et 12 pouces. La pose des drains a été effectuée avec tout le soin désirable sur une couche de terre convenablement damée. Le remblayage de la tranchée a été exécuté avec le même soin pour chaque expérience, non sans avoir au préalable, repéré exactement la position des drains par rapport aux parois de la tranchée et vérifié la ligne de pente.

La conduite était alimentée par une pompe centrifuge pouvant débiter 113,56 lit/sec. Un réservoir pourvu d'une vanne pour l'écoulement et d'un trop-plein permettait de régler et de jauger le débit à volonté. Le débit était contrôlé à l'aval au moyen d'un déversoir.

Le niveau et la profondeur de l'eau dans les drains ont été observés à l'aide de 12 pièsomètres en verre gradué, fixés aux parois extérieures et répartis le long de la tranchée. Les drains correspondant aux pièsomètres étaient pourvus d'un ajutage ne dépassant pas leur face intérieure. On obtient de la sorte le rapport entre la profondeur de l'eau et le diamètre du drain, puis celui entre la section mouillée et la section totale, ainsi que le rayon hydraulique de la section mouillée. Le nombre des profondeurs observées variait avec le diamètre des drains. Ainsi, pour des drains en argile cuite de 10 pouces et une pente de 0,002, le rapport entre la profondeur de l'eau et le diamètre, puis celui entre la section mouillée et la section totale indiquaient les valeurs:

0,99	0,95	0,93	0,83	0,80	0,75	0,67	0,63	0,56	0,51	0,38	0,24	= $\frac{t}{D}$
0,99	0,98	0,97	0,89	0,86	0,80	0,72	0,66	0,58	0,52	0,35	0,19	= $\frac{S}{F}$
0,688	0,727	0,745	0,775	0,776	0,766	0,745	0,723	0,685	0,646	0,525	0,364	= $\frac{S}{p} = R$
0,0712	0,0716	0,0717	0,0770	0,0769	0,0791	0,0783	0,0788	0,0760	0,0735	0,0610	0,0477	= V m/sec.
0,0106	0,0108	0,0110	0,0106	0,0106	0,0104	0,0102	0,0100	0,0100	0,0099	0,0101	0,0099	= n de Kutter

La vitesse moyenne le long de la conduite était obtenue en divisant le volume d'eau passant aux déversoirs d'amont et d'aval par la section mouillée moyenne. Pour contrôler ces

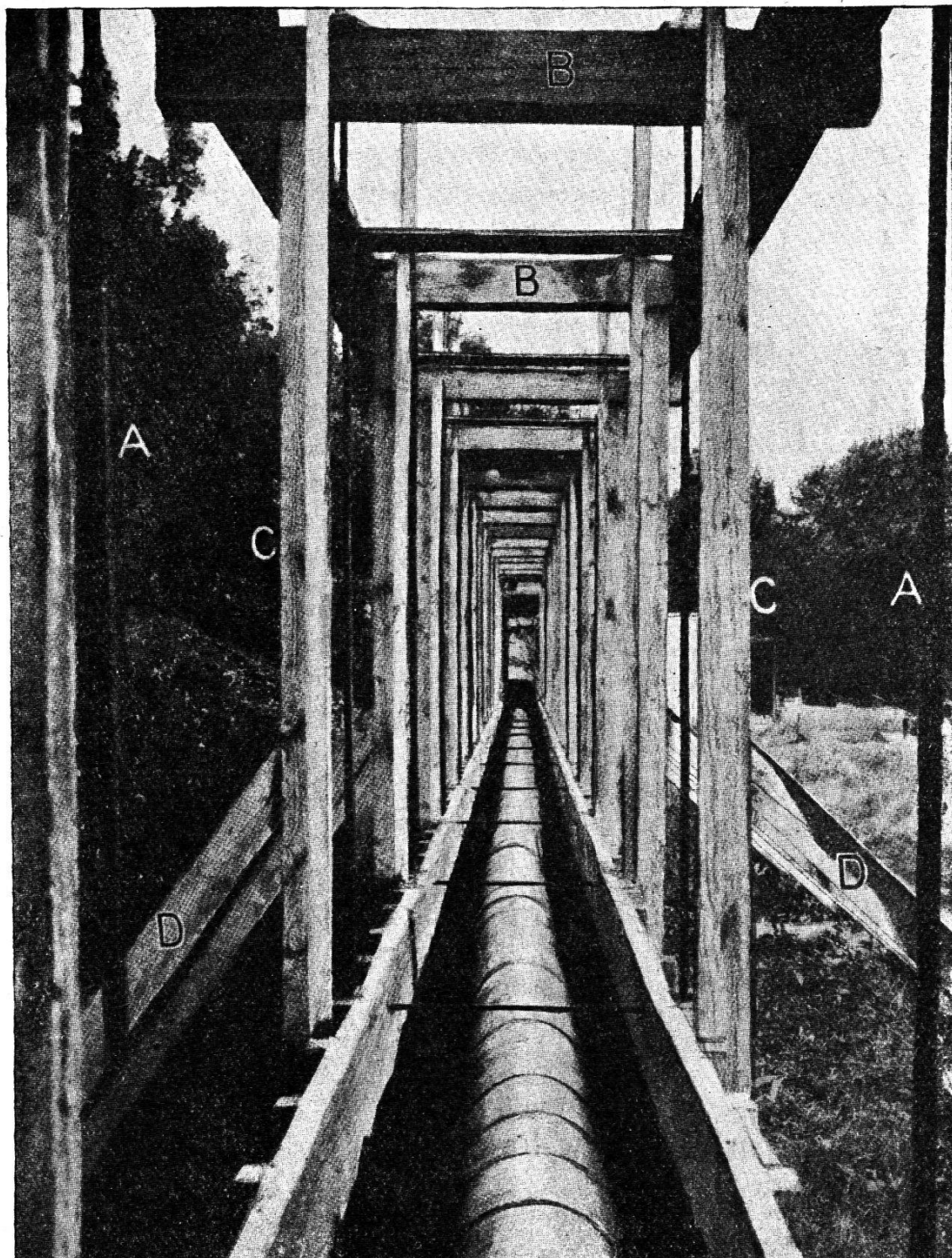


Fig. 1.

Vue d'une conduite en drains de béton de 10 pouces de diamètre avant le remblayage.

résultats, on utilisa des colorants, puis des solutions de permanganate de potasse dont le passage était enregistré au moyen d'un voltmètre. Ce dernier procédé procure les divergences les plus réduites, comme on peut s'en rendre compte par les chiffres suivants:

Diamètre	Vitesse	Vitesse par colorants	Vitesse par voltmètre		
D pouces	V pied/sec	Vc pied/sec	Vv pied/sec	$\frac{V-Vc}{V} \%$	$\frac{V-Vv}{V} \%$
4	2,168	2,227	—	—2,7	—
4	2,133	2,167	—	—1,6	—
4	1,866	1,898	—	—1,7	—
12	2,251	2,320	2,291	—3,1	—1,8
12	2,493	2,656	2,500	—6,5	—0,3
12	2,769	2,723	2,764	+1,7	+0,2
12	2,104	2,272	2,235	—8,0	—6,2

Les expérimentateurs espéraient connaître de cette façon le mode de variation du coefficient de rugosité n de la formule de Kutter ainsi que celui du coefficient c de la formule de Chézy, aussi ces valeurs ont-elles été calculées pour les 824 séries d'observations effectuées. Mais leurs investigations ne s'arrêtèrent pas à ces deux questions; ils recherchèrent une expression générale, basée sur les résultats des observations pour exprimer une relation entre les éléments de calcul.

IV. Résultats des recherches.

Il fallait déterminer en premier lieu la relation entre la vitesse et la pente, les autres éléments étant fixes. Cette relation est de la forme $I = m V^z$ où m est un coefficient probablement variable $\log I = \log m + z \log V$. En reportant les log des vitesses en abscisses et les log des pentes en ordonnées, l'exposant z devient le coefficient angulaire des droites parallèles représentant les valeurs de la vitesse pour un diamètre, une nature de drains et un degré de remplissage déterminés. L'analyse des résultats indique pour les drains en argile cuite $z = 1,96859$ et $z = 1,96433$ pour les drains en béton. On en tire $\log m = \log I - 1,96859 \log V$ et $\log m_1 = \log I - 1,96433 \log V$.

Pour trouver la relation entre la vitesse et le rayon hydraulique, on admet que m est de la forme $m = e R^x$ et en résolvant l'équation par un procédé analogue à celui décrit, on ob-

tient $x = -1,3128$ et $m = e R^{-1,3128}$, mais $J = mV^z = e R^x V^z$
ce qui donne pour les drains en béton $J = \frac{e V^{1,96433}}{R^{1,3128}}$ ou en ré-
solvant $V = K R^{0,668} J^{0,509}$.

On trouverait de même pour les drains en argile cuite
 $V = K_1 R^{0,669} J^{0,509}$. Quant au coefficient K , il est 137,6
pour les drains en argile et V exprimé en pieds par seconde
et de 138,2 pour les drains en béton.

En combinant les résultats obtenus pour les drains en
argile et en béton, on aboutit à l'équation

$$V = 137,96 R^{0,67} J^{0,5} \quad \text{ou} \quad \underline{V = 138 R^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}}}$$

valeur en pieds/sec.

Pour transformer cette relation en unités métriques, consta-
tons que J est un nombre, tandis que R est une longueur. Il
faut donc multiplier le second membre par la longueur du pied
élevée à l'exposant $\frac{2}{3}$ soit

$$\text{par } (0,304801)^{\frac{2}{3}} = 0,4529$$

$$V = 138 \cdot 0,4529 R^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}} = \underline{62,5 R^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}}}$$

en mètres par seconde.

Cette relation diffère de la formule de Chézy en ce que
l'exposant du rayon hydraulique est $\frac{2}{3}$ au lieu de $\frac{1}{2}$. Il est
vrai que l'on retrouve $R^{\frac{1}{2}}$ soit dans l'expression de Bazin don-
nant le coefficient c , soit dans celle de Ganguillet et Kutter.
Si l'on compare les coefficients de $\sqrt{R} J$, on obtient l'expression
 $\bar{V} = K^6 \sqrt{R} \sqrt{R} J$ donc $K^6 \sqrt{R}$ est l'équivalent de

$$\frac{87 \sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}} \quad \text{ou de} \quad \frac{100 \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}$$

En recherchant les coefficients de ces dernières expressions,
les expérimentateurs D. L. Jarnell et M. Woodward ont décou-
vert, pour les conduites de drainage, une nouvelle relation de
forme plus simple que celles en usage et dont le degré d'exacti-
tude est garanti par celui des observations.

Pour déterminer l'erreur moyenne d'une observation et
celle qui s'attache à la formule $V = 137,96 R^{0,67} J^{0,5}$ cal-
culons la vitesse moyenne de l'eau dans des conduites complète-
ment remplies pour des diamètres allant de 4 à 12 pouces et

Q und v in Funktion der Fülltiefe für Kreisprofil.

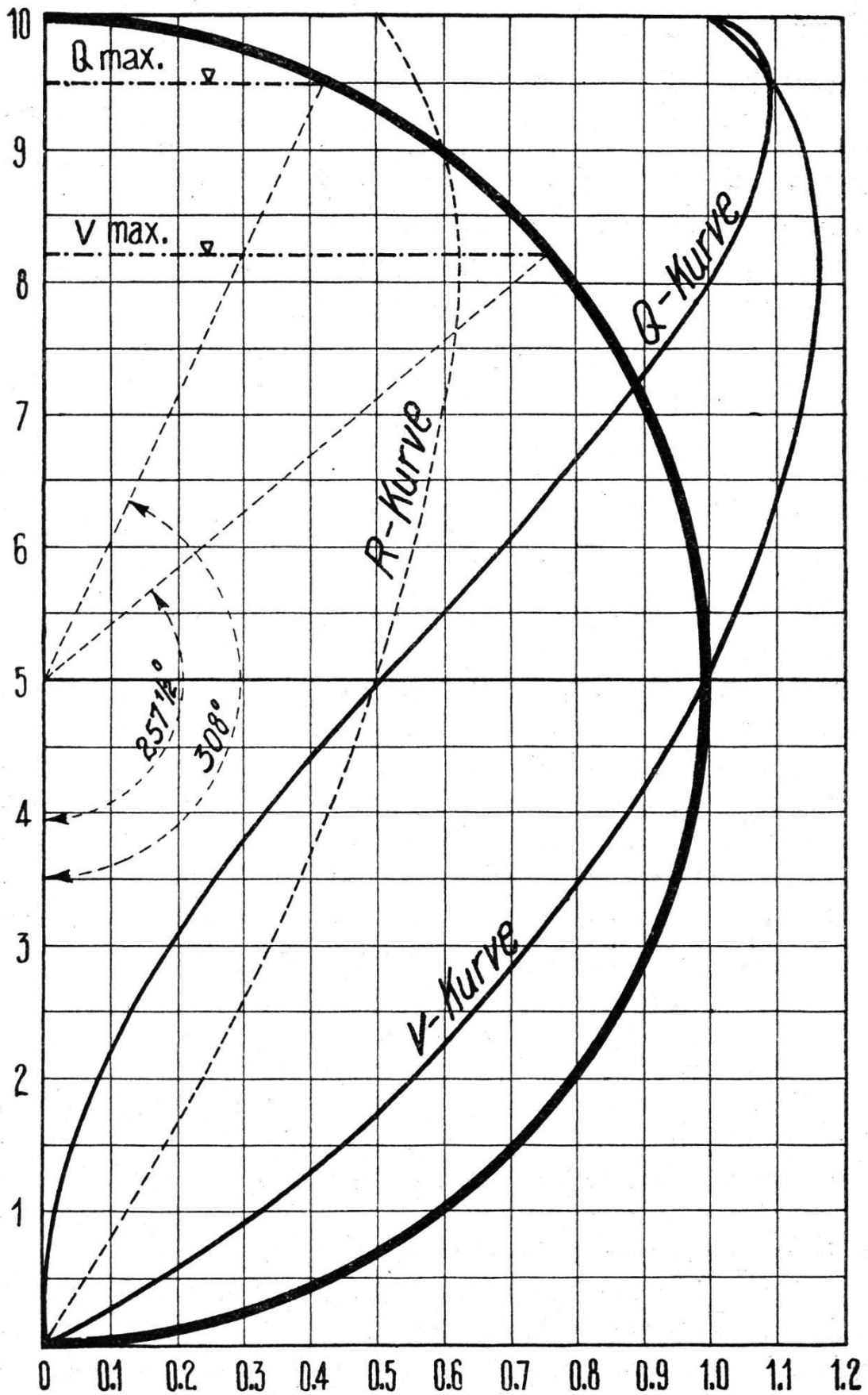


Fig. 3.

Variation de la vitesse moyenne, du débit et du rayon hydraulique en fonction de la profondeur de l'eau dans une conduite circulaire à joints fermés.

comparons avec les résultats des observations. Les résultats des calculs sont classés d'après la nature des drains.

(A suivre.)

Auszug aus dem Bericht des Bundesrates über seine Geschäftsführung im Jahre 1923 betr. das Grundbuch- und Vermessungswesen.

1. Grundbuchwesen.

a) Ueber die Einführung des eidgenössischen Grundbuches haben wir zu Beginn des Berichtsjahres bei den in Betracht fallenden Kantonen eine Umfrage veranstaltet. Aus den eingelangten Antworten geht hervor, daß in den meisten Kantonen die Einführung des Grundbuches mit der Vermessung nicht Schritt hält. Die Ursache hievon dürfte darin zu erblicken sein, daß die Bereinigung der dinglichen Rechte, welche der Anlegung des Grundbuches voranzugehen hat, sich wesentlich umfangreicher und zeitraubender gestaltet, als angenommen wurde und nicht überall genügend geschultes Personal zur Bewältigung der Arbeit zur Verfügung steht. Da und dort scheinen auch Erwägungen finanzieller Natur den zuständigen Behörden Zurückhaltung auferlegt zu haben. In voller Würdigung der mannigfaltigen Schwierigkeiten, mit welchen die kantonalen Instanzen zu kämpfen haben, erscheint es doch als wünschbar, daß in einzelnen Kantonen in etwas beschleunigterem Tempo an die Anlegung des Grundbuches herangetreten werde (vergleiche auch Bericht der Geschäftsprüfungskommission des Nationalrates vom 5. Juni 1920, Bundesbl. 1920, III, S. 517).

b) Im Berichtsjahre sind 15 Beschwerden gegen Entscheide kantonaler Aufsichtsbehörden über das Grundbuch eingereicht worden (gegenüber 13 im Vorjahre). Davon wurden eine Beschwerde gutgeheißen und 5 abgewiesen; auf 7 Beschwerden konnte nicht eingetreten werden; eine Beschwerde wurde auf das neue Jahr übertragen. Außerdem wurden im Berichtsjahre zwei Ende 1922 eingegangene Beschwerden durch Nichteintreten erledigt. Die Entscheide von grundsätzlicher Bedeutung werden in der Monatsschrift für Bernisches Verwaltungsrecht, in der Zeitschrift für Beurkundungs- und Grundbuchrecht, im Journal des Tribunaux und im Repertorio di Giurisprudenza

Alsace-Lorraine, par Kaspar. Récréation mathématique. Brevets d'invention. Bibliographie.

6. *Zeitschrift für Instrumentenkunde, Heft Nr. 5.* Untersuchung des Bildes in Handfernrohren nach der Methode der streifenden Abbildung, von A. Wetthauer. Ueber die Abbildung von ausgedehnten, achsensenkrechten Ebenen durch eine brechende Kugelfläche mittels dünner, genau normal einfallender Büschel, von Dr. M. Sundqvist. Das Bencze-Wolfsche Fadenpolarplanimeter, von Karl Oltay. Bücherbesprechungen.

7. *Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde, Heft Nr. 3.* (*Holländische Vermessungszeitschrift*). Ein neuer Theodolit für den Katasterdienst, von Schermerhorn.

Errata.

Page 109, en bas:

$$\text{lire } V = 3,59 \frac{a}{b} \sqrt{\frac{50 dh}{Z + 50d}} \text{ au lieu de } V = 3,59 \sqrt{\frac{50 dh}{2 + 50d}}$$

Page 110, en haut:

$$\text{lire } Q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot 3,59 \frac{a}{b} \sqrt{\frac{50 dh}{Z + 50d}} \text{ au lieu de}$$

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot 3,59 \frac{a}{b} \sqrt{\frac{50 dh}{2 + 50d}}$$

Page 110, au milieu:

$$\text{lire } k = 3,59 \frac{a}{b} \sqrt{\frac{1}{2-d}} \text{ au lieu de } k = 3,59 \frac{a}{b} \sqrt{\frac{d}{2-d}}$$

Page 138, 17^{ème} ligne:

$$\text{lire } \frac{K \pi}{4\sqrt{16}} D^{8/3} J^{1/2} \text{ au lieu de } \frac{K}{4^3\sqrt{16}} D^{8/3} J^{1/2}$$

Adreßänderung.

Rob. Weber, Grundbuchgeometer, Gottlieben, Thurgau, bisher Thundorf bei Frauenfeld.