

Zeitschrift: Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes
Band: 10 (1884)
Heft: 1

Artikel: Abaque logarithmique pour le calcul des conduites d'eau sous pression
Autor: Muyden, A. van
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-11152>

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: 07.10.2024

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

ABAQUE LOGARITHMIQUE

POUR LE CALCUL DES CONDUITES D'EAU SOUS PRESSION

Par A. VAN MUYDEN, ingénieur.

Tableau à quadruple entrée représentant, d'après la formule de Darcy, la relation entre le diamètre des tuyaux, la pente de la ligne de charge par mètre courant, le débit et la vitesse de l'eau; ces tuyaux étant depuis longtemps en service. (Une planche.)

Les problèmes usuels qu'on peut se proposer sur les conduites d'eau simples à diamètre constant sont au nombre de six et portent sur la détermination de deux des quatre variables : vitesse, dépense, diamètre et charge, en fonction des deux autres.

Ces problèmes, dont l'abaque fournit à première vue la solution par une simple lecture, sont traités par le calcul direct en résolvant, par rapport aux inconnues, la formule empirique de Darcy :

$$(1) \quad RJ = b, u^2 = \left(\alpha + \frac{\beta}{R} \right) u^2$$

et la relation :

$$(2) \quad Q = \pi R^2 u,$$

qui, à elles deux, lient les quatre variables pour des vitesses moyennes comprises entre 0^m10 et 6 m. par seconde, et des diamètres compris entre un centimètre et un mètre, et où :

- R est le rayon de la conduite, exprimé en mètres ;
- J la charge par mètre courant, exprimée en mètres ;
- Q le débit à la seconde, exprimé en mètres cubes ;
- u la vitesse moyenne exprimée en mètres ;

b, la valeur $\alpha + \frac{\beta}{R} = 0.001014 \times \frac{0.000013}{R}$, se rapportant à des tuyaux depuis longtemps en service¹, soit un coefficient spécifique, fonction du rayon, dont la valeur numérique est donnée par le tableau I.

On fait aussi usage de l'expression suivante, tirée des deux équations primitives (remarquant que le diamètre D est égal à 2R) :

$$Q = \frac{\pi}{\sqrt{(2)^5 b}} \sqrt{D^5 J} = \frac{0.55537}{\sqrt{b}} \sqrt{D^5 J}$$

et ramenée à la forme :

$$(3) \quad q = k \sqrt{d^5 j} = \frac{0.00055537}{\sqrt{10 b}} \sqrt{d^5 j}$$

en appelant : q le débit à la seconde, exprimé en litres ; d le diamètre exprimé en centimètres ; j la charge par mètre, exprimée en millimètres ; et donnant à k la valeur numérique indiquée par le tableau II, calculé d'après le barème des valeurs de b.

¹ Le coefficient spécifique des tuyaux neufs a pour valeur :

$$b_1 = 0.000507 + \frac{0.00000647}{R}$$

On double ce coefficient, dans la pratique, pour les tuyaux depuis longtemps en service, en vue d'avoir égard au retard que l'aspérité des parois recouvertes de dépôts fait éprouver à la vitesse.

(Darcy, *Recherches expérimentales relatives au mouvement de l'eau dans les tuyaux*, Paris 1857, pag. 111, 114 et 223.)

TABEAU I.

Valeurs de R	Valeurs correspondantes de b,
0 ^m 005	0.003602
0 ^m 010	0.002308
0 ^m 015	0.001875
0 ^m 025	0.001530
0 ^m 04	0.001334
0 ^m 06	0.001228
0 ^m 09	0.001156
0 ^m 15	0.001100
0 ^m 20	0.001078
0 ^m 30	0.001057
0 ^m 40	0.001046
0 ^m 50	0.001040

TABEAU II.

Valeurs de d	Valeurs correspondantes de k
1cm	0.00293
2cm	0.00365
3cm	0.00406
5cm	0.00449
8cm	0.00481
12cm	0.00501
18cm	0.00517
30cm	0.00530
40cm	0.00535
60cm	0.00540
80cm	0.00543
100cm	0.00545

C'est de cette dernière expression qu'il a été fait usage pour calculer l'abaque (en interpolant graphiquement les valeurs intermédiaires de k suivant la loi parabolique).

Les courbes d'égal débit, définies par la fonction (3), ont été ramenées, sur la figure, à un système de lignes droites parallèles, d'après la méthode de représentation graphique dite *anamorphose logarithmique*¹, due à M. L. Lalanne, méthode appliquée par M. l'ingénieur E. Pellis à la construction d'une table analogue publiée ici-même en 1875 (1^{re} livraison du *Bulletin*).

A cet effet on a posé, avec M. Pellis :

$$(4) \quad \begin{aligned} X &= \log k + 2,5 \log d; \\ Y &= 0,5 \log j; \\ Z &= \log q; \\ Z &= X + Y. \end{aligned}$$

La triple notation des échelles de débit permet de lire directement sur la figure les dépenses exprimées soit en litres par seconde, soit en litres par minute, soit en mètres cubes par 24 heures, suivant l'unité de mesure adoptée.

Les lignes d'égal vitesse ont été superposées aux premières, suivant la loi exprimée par la fonction (2). On a opéré dans le tracé de ces lignes une légère compensation des éléments dont le résultat est de les ramener à un système de parallèles sensiblement droites. L'anomalie provient de l'influence du coefficient variable k sur la graduation de l'axe des diamètres.

APPLICATION DE L'ABAQUE A LA RÉOLUTION DE DEUX PROBLÈMES CONCERNANT LES DISTRIBUTIONS D'EAU :

1^{er} problème. — Déterminer les dimensions d'un système de conduites privées en fer étiré destinées à desservir un abonnement d'eau à robinet libre à un groupe de trois maisons contiguës à quatre étages.

Données :

A. La *distribution* intérieure suppose une colonne montante distincte pour chaque maison, alimentant cinq branchements d'éviers, à raison d'un robinet par étage.

B. La *pression piézométrique* normale de la conduite publique, au point de raccordement du branchement de conces-

¹ Voir, à ce sujet, un *Mémoire sur les tables graphiques et la géométrie anamorphique*, par M. L. Lalanne, ingénieur en chef des ponts et chaussées. (*Annales des ponts et chaussées*, Paris 1846.)

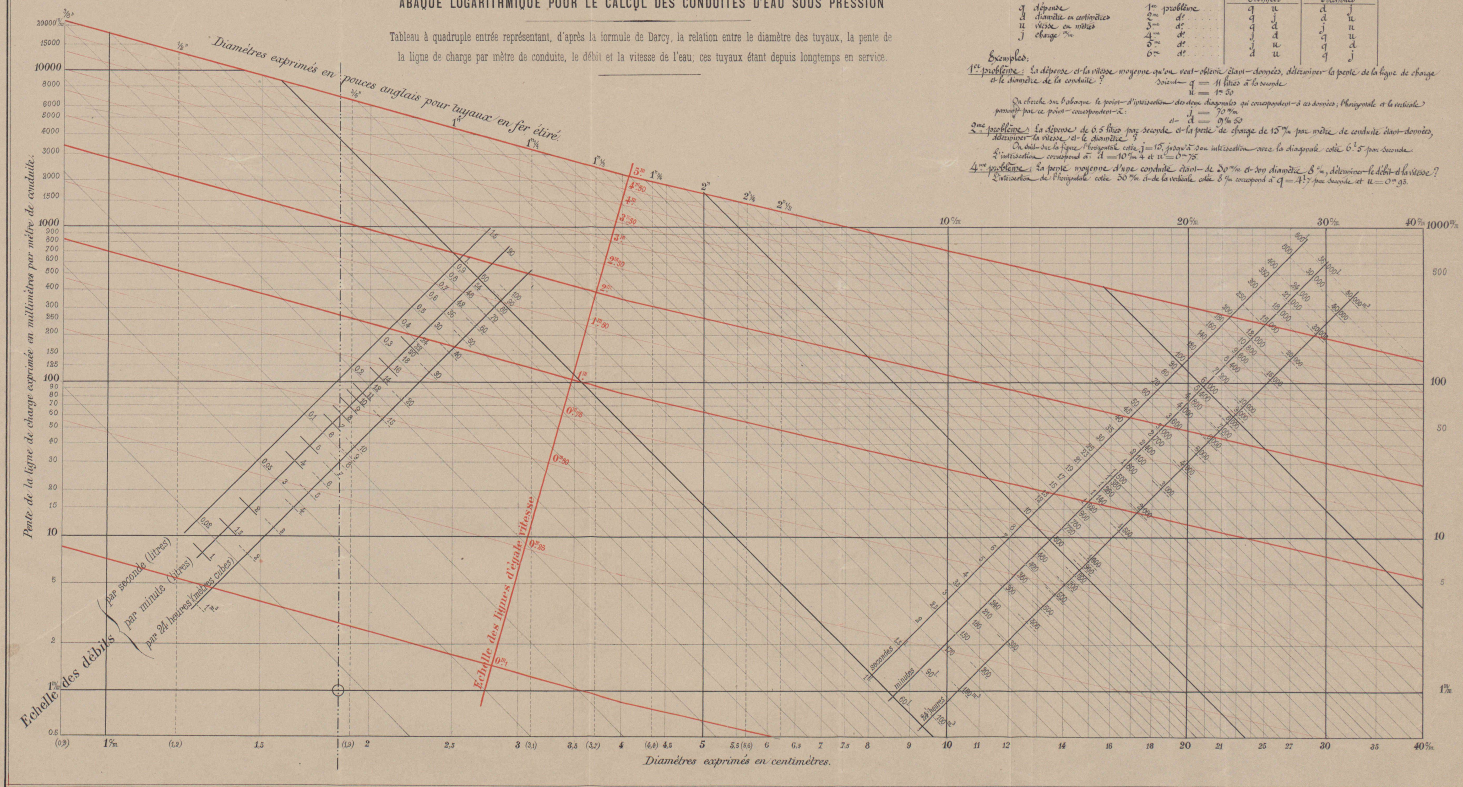
ABAQUE LOGARITHMIQUE POUR LE CALCUL DES CONDUITES D'EAU SOUS PRESSION

Tableau à quadruplé entrée représentant, d'après la formule de Darcy, la relation entre le diamètre des tuyaux, la pente de la ligne de charge par mètre de conduite, le débit et la vitesse de l'eau, ces tuyaux étant depuis longtemps en service.

Sécher de l'abaque.

Données		On probléme à résoudre, savoir:	
		Donnée	Cherché
I. Débit	Q	1 ^{er} probléme	d
II. Vitesse ou vitesse	v	2 nd probléme	d
III. Pente	i	3 ^{em} probléme	Q
IV. Charge	H	4 ^{em} probléme	Q

Exemples:
 1^{er} probléme: La distance et la vitesse moyenne qu'on veut obtenir étant données, déterminer la pente de la ligne de charge et le diamètre de la conduite?
 2nd probléme: La distance et la vitesse moyenne étant données, déterminer le diamètre de la conduite?
 3^{em} probléme: La distance et la pente de la ligne de charge étant données, déterminer le débit de la conduite?
 4^{em} probléme: La pente moyenne d'une conduite étant de 20‰ et son diamètre de 8 cm, déterminer le débit de la conduite?
 5^{em} probléme: La pente moyenne d'une conduite étant de 20‰ et son débit de 100 litres par seconde, déterminer le diamètre de la conduite?



Seite / page

leer / vide /
blank

Diamètre	Perte de charge		Vitesse moyenne de l'eau dans le tuyau
	Par mètre courant	Totale sur 80 mètres	
5cm	0 ^m 210	16 ^m 80	1 ^m 80
6cm	0 ^m 080	6 ^m 40	1 ^m 20
7cm	0 ^m 035	2 ^m 80	0 ^m 90
8cm	0 ^m 018	1 ^m 44	0 ^m 70

et introduisant cette valeur approchée dans le calcul; celui-ci fournira, à son tour, une valeur plus approchée de l'effet utile et de la dépense. Suivant le résultat, on appréciera si l'approximation est suffisante ou s'il faut aller plus loin. (Tableau V.)

Le résultat du calcul fait ressortir l'influence considérable exercée sur l'effet utile par la résistance des parois lorsque la longueur du tuyau de concession et la vitesse de l'eau dépassent certaines limites. Il indique, en outre, la valeur de la pression piézométrique de marche, renseignement nécessaire au constructeur pour déterminer les proportions et l'allure de l'hydro-moteur correspondant au maximum de rendement.

Rappelons, en terminant, qu'il y aurait généralement à tenir compte d'un terme de plus pour l'évaluation des pertes de charge dans les problèmes analogues, si le branchement de concession était détaché d'une conduite secondaire, au lieu d'être alimenté, comme ici, directement par l'artère maîtresse de distribution.

TABLEAU III.

Comparaison des pertes de charge dues à divers diamètres dans l'hypothèse d'une dépense uniforme de 6 litres par orifice et minute.						
(1 ^{re} maison. — Orifices ramenés par hypothèse au niveau du 2 ^e étage.)						
Destination du tuyau	Débit par minute	Diamètre	Longueur	Perte de charge dépensée		Vitesse moyenne de l'eau
				Par m. courant	Totale	
Branchements d'étage.	6 litres	3/8" (9mm)	5m	2 ^m 100	10 ^m 50	1 ^m 60
		1/2" (12mm)	»	0 ^m 400	2 ^m 00	0 ^m 87
		3/4" (19mm)	»	0 ^m 030	0 ^m 15	0 ^m 32
Colonne montante	30 litres	3/4" (19mm)	20m	0 ^m 750	15 ^m 00	1 ^m 65
		1" (25mm)	»	0 ^m 165	3 ^m 30	1 ^m 00
Branchement de concession collectif....	90 litres	1 1/2" (37mm)	180m	0 ^m 175	31 ^m 50	1 ^m 32
		1 3/4" (44mm)	»	0 ^m 080	14 ^m 40	0 ^m 95
		2" (50mm)	»	0 ^m 036	6 ^m 50	0 ^m 75
		2 1/4" (56mm)	»	0 ^m 019	3 ^m 42	0 ^m 61

TABLEAU IV.

Comparaison des orifices de sujétion (première maison) au point de vue des charges dépensées, dans l'hypothèse d'un écoulement uniforme de 6 litres à la minute par orifice.							
Orifices à desservir	Niveaux	Pertes de charge principales			Pertes de charge secondaires	Somme des résistances active et passive	Excédent de la pression piézométrique de 50 mètres sur la charge dépensée.
		Branchements d'étage diam. { 3/8" 1/2" 3/4"	Colonne montante diam. 3/4	Branchement de concession collectif diam. 1 3/4			
Rez-de-chaussée	3 ^m 50	10 ^m 50	9 ^m 75	14 ^m 40	1 ^m 50	39 ^m 65	10 ^m 35
1 ^{er} étage	7 ^m 00	10 ^m 50	11 ^m 40	14 ^m 40	1 ^m 50	44 ^m 80	5 ^m 20
2 ^e »	10 ^m 50	2 ^m 00	12 ^m 35	14 ^m 40	1 ^m 50	40 ^m 75	9 ^m 25
3 ^e »	14 ^m 00	2 ^m 00	12 ^m 80	14 ^m 40	1 ^m 50	44 ^m 70	5 ^m 30
4 ^e »	17 ^m 50	0 ^m 15	12 ^m 90	14 ^m 40	1 ^m 50	46 ^m 45	3 ^m 55

TABLEAU V.

Comparaison de l'effet utile au travail absolu d'un hydromoteur de 6 chevaux théoriques pour divers diamètres de branchement, le cheval théorique (hydrostatique) étant pris comme unité.							
Branchement : Longueur, 80 ^m . Débit : 3.6 litres par sec. Diamètre de :	Effort théorique absolu (125 m.)	Effort transmis par l'eau à l'origine du branchement de concession, en tenant compte de la perte de charge due à la conduite maîtresse.		Effort transmis par l'eau à l'hydromoteur, en tenant compte de la perte de charge totale due à la conduite maîtresse et au branchement de concession.		Effet utile total développé par cheval théorique absolu, en tenant compte des diverses pertes de charge et en évaluant à 75 0/0 le rendement de l'hydromoteur lui-même.	
		1er CAS Turbine L.-O. au repos	2e CAS Turbine L.-O. en marche	1er CAS Turbine L.-O. au repos	2e CAS Turbine L.-O. en marche	1er CAS Turbine L.-O. au repos	2e CAS Turbine L.-O. en marche
5cm	100 0/0	95 0/0	87 0/0	82 0/0	74 0/0	61.5 0/0	55.5 0/0
6cm	»	»	»	90 0/0	82 0/0	67.5 0/0	61.5 0/0
7cm	»	»	»	93 0/0	85 0/0	69.8 0/0	63.8 0/0
8cm	»	»	»	94 0/0	86 0/0	70.5 0/0	64.5 0/0

Prix de revient de la force motrice par heure de cheval, déduit des résultats ci-dessus.							
Branchement : Longueur, 80 ^m . Débit : 3.6 litres par sec. Diamètre de :	Valeur par cheval théorique absolu	Valeur tenant compte de la perte de charge due à la conduite maîtresse seule.		Valeur tenant compte de la perte de charge due à la conduite maîtresse et au branchement de concession.		Valeur tenant compte des pertes de charge dues aux deux conduites et du rendement de l'hydromoteur.	
		1er CAS	2e CAS	1er CAS	2e CAS	1er CAS	2e CAS
5cm	20 cent.	21 cent.	23 cent.	24.4 cent.	27 cent.	32 cent.	36 cent.
6cm	»	»	»	22.2 »	24.4 »	29.6 »	32.5 »
7cm	»	»	»	21.5 »	23.5 »	28.6 »	31.3 »
8cm	»	»	»	21.3 »	23.2 »	28.4 »	31 »

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES INGÉNIEURS

ET DES ARCHITECTES

Séance du 22 mars 1884, au cercle de Beau-Séjour à Lausanne.

Présidence de M. L. Gonin.

Vingt à vingt-cinq membres, seulement, sont présents.

Exposé de la gestion financière de l'exercice 1883-1884 par le caissier, nomination de MM. Guisan et Aloys van Muyden, comme vérificateurs, vérification et approbation des comptes. La contribution annuelle pour 1884 est maintenue à 8 fr.

Renouvellement du comité.

M. Gonin est réélu président. MM. Delarageaz et Aloys van Muyden, ingénieurs, sont nommés en remplacement de MM. de Blonay et Meyer, membres sortant.

La nomination de MM. Verrey, fils, architecte, comme secrétaire, et Perey, ingénieur, comme caissier, faite par le comité, est agréée par l'assemblée.

M. Gonin fait part à l'assemblée du décès de M. John Terrisse, ingénieur et membre de la société à laquelle il portait un vif intérêt.

Communication d'une lettre du Comité central au sujet de la réunion de la Société suisse à Lausanne, en 1885.

M. Gonin expose l'état de la question, les difficultés que sa réalisation peut rencontrer, et qu'il ne juge pas au-dessus des forces de la Société vaudoise ; il estime qu'il y a pour elle une obligation morale à accepter, une telle réunion n'ayant pas eu lieu à Lausanne depuis 1862, et propose l'entrée en matière

par la nomination d'une commission chargée d'examiner la question et de rapporter pour une prochaine assemblée générale.

Après une discussion à laquelle prennent part MM. Grenier, Dapples, Verrey et van Muyden, l'assemblée vote l'entrée en matière et la nomination par le bureau d'une commission d'étude de sept membres.

Rapport de la commission nommée pour examiner la proposition de M. Sambuc, relative aux cheminées. (M. Dapples, rapporteur.)

Sans partager toutes les idées de M. Sambuc, sur l'opportunité d'une réduction des dimensions des cheminées, elle conclut à l'envoi d'une pétition au Grand Conseil.

Sur la proposition de M. Rouge, l'assemblée décide l'impression du rapport dans le bulletin et une discussion subséquente de la pétition.

Exposé de M. Fraisse, ingénieur, sur les projets à l'étude pour la correction du Rhin vers son embouchure dans le lac de Constance, et spécialement sur les points de vue divergents de MM. les ingénieurs Wey et Légler.

Le bureau a reçu :

a) De M. Morel-Fatio, un ouvrage de M. Lenormand, architecte à Paris, sur l'usage des constructions métalliques dans l'antiquité ;

b) Du gouvernement saint-gallois, divers documents se rapportant à la correction du cours inférieur du Rhin ;

c) De M. Paul Mayor, une brochure sur des calculs d'équilibre.

Vu l'heure avancée, l'exposé de M. de Sinner sur les mines est renvoyé à une prochaine séance.