

# Note sur les conduites d'eau de grand diamètre

Autor(en): **Muyden, A. van**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **20 (1894)**

Heft 6 & 7

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-18232>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

séparatrices, d'une largeur de 100 à 140 m. ou de 60 m. seulement si la longueur est exigüe, s'avancent de 150 à 300 m. selon la pente du fond et reçoivent des voies de service, des hangars de déchargement et de visite, des magasins de dépôt, des caves étanches. Dans les bassins creusés à l'intérieur des terres peuvent encore se rencontrer ces mêmes découpures en darses : tel est le cas aux docks Victoria et Tilbury (Londres) ; mais il arrive aussi que la configuration des emplacements et les exigences du déblai minimum conduisent plutôt à des suites de bassins distincts communiquant les uns avec les autres par des pertuis. Le Havre a aujourd'hui neuf bassins creusés à bras d'hommes ; aux plus anciens, les quais n'ont que 20 ou 25 m. ; dans les plus modernes, 50 à 60 m. ; dans le neuvième (Bellot), 70 à 115 m. ; les hangars ont de 20 à 55 m. de large. De lieu en lieu, les types varient ; ils se plient aux emplacements disponibles comme aux pratiques locales ; dans des terrains très coûteux les bâtiments se resserrent et, par compensation, se rehaussent par des étages munis de monte-charges. C'est ainsi que les docks Victoria suffisent à un trafic intense avec des môles de 42 m. seulement de largeur.

Les voies ferrées détachées sur les traverses ou môles ont à se relier par plaques tournantes avec des voies longitudinales. Si l'on veut des aiguillages pour accélérer les manœuvres des trains et qu'on admette l'approche des locomotives, on oblique les môles comme à Dunkerque ou à Barcelone, de façon à y insérer la gerbe de voies s'épanouissant du tronc commun. Aux docks Tilbury, c'est l'obliquité du chemin de fer lui-même par rapport au bassin qui a donné de l'aisance pour développer les branchements. Mais à Marseille la voie bord à quai sert peu, ainsi que les aiguilles ; pour le charbon, par exemple, qui arrive de huit ou dix compagnies au Bassin National et s'embarque dans de petits navires, les plaques seules sont employées.

A Londres, à part quelques Bassins, notamment les docks Tilbury en relation étroite avec les railways, la plupart des marchandises arrivées par mer reprennent la mer. Le terme *docks* s'entend soit des bassins, soit de l'établissement maritime comprenant à la fois bassins et magasins. Des *entrepôts* reçoivent celles des marchandises qui ont à payer des droits d'octroi avant d'entrer dans le commerce de détail ou qui attendent leur réexpédition par voie d'eau. Ils sont, pour le commerce, des centres d'approvisionnement, des régulateurs entre la production et la consommation, des organes expéditifs de transit ; enfin, par la délivrance de « warrants » ou récépissés, négociables et transmissibles par simple endossement, ils concourent à multiplier les transactions, en permettant au négociant d'emprunter sur sa marchandise, laquelle se trouve de ce fait hypothéquée sans autre formalité.

En France le stock moyen des entrepôts, dans les ports principaux, oscille entre le  $\frac{1}{10}$  ou le  $\frac{1}{15}$  du mouvement annuel. Ainsi, pour un hectomètre de quais, pouvant trafiquer annuellement 50 000 tonnes, des magasins de 4 000 tonnes de contenance satisfont bien. Cela donnerait 5700 m<sup>2</sup> de planchers, chargés moyennement à 700 kg. par m<sup>2</sup>. Comme précautions contre l'extension d'un incendie, il convient de limiter à une cinquantaine de mètres la longueur des bâtiments, de les isoler par des cours, de les recouper de murs de refend pleins surmontant les toitures, enfin de rechercher l'emploi des matériaux

réfractaires. Des piliers en brique ou en béton sont préférables aux colonnes en fonte qui se fendent lorsque, rougies d'un côté, les pompiers les aspergent de l'autre. M. Barret proposait d'y introduire facultativement l'eau des conduites, de façon à les mettre, en cas de feu, dans les conditions d'une marmite qui brave le brasier le plus ardent. La dilatation des poutres métalliques pousse les murs ; déformées au feu, elles entravent le déblaiement postérieur et les réparations. Les poutres doivent être continues au droit des colonnes, afin de conserver quelque chance de se soutenir en cas d'affaissement de ces dernières. Au métal quelques-uns préfèrent encore le bois, bien enveloppé de plâtre ou de mortier.

Le fascicule relatif à la section II du congrès de Londres (*Docks*) renferme diverses monographies de ports, avec plans : *Bassin à flot de Bordeaux* (M. Crahay de Franchimont) ; *Marseille* (M. Guérard) ; *Le Havre* (M. Vétillart) ; *Calais* (M. Charguéraud) ; *Dunkerque* (M. Joly) ; *Anvers* (M. Royers) ; *Newport* (M. Stopford Smyth) ; *Gènes* (installation hydraulique, MM. Luiggi et Borgatti) ; et surtout l'immense agglomération des *docks de Londres* (ceux du nord de la Tamise par MM. Carr et Duckham, et les Surrey Commercial Docks par M. McConnochie), dont la création, les développements successifs, les étendues et le trafic sont exposés avec détails.

## NOTE

SUR LES

### CONDUITES D'EAU DE GRAND DIAMÈTRE

PAR A. VAN MUYDEN, ingénieur.

(Planche N° 31.)

La relation qui résume les recherches expérimentales de Darcy sur le mouvement de l'eau dans les tuyaux circulaires a été traduite en tableau graphique dans la livraison du mois de mars 1884 du *Bulletin* :

L'abaque avait été calculé pour des diamètres de tuyaux ne dépassant pas 0<sup>m</sup>40.

Une édition subséquente, publiée dans la série de prix de la ville de Lausanne, prolongeait l'abaque jusqu'au diamètre de 1 m.

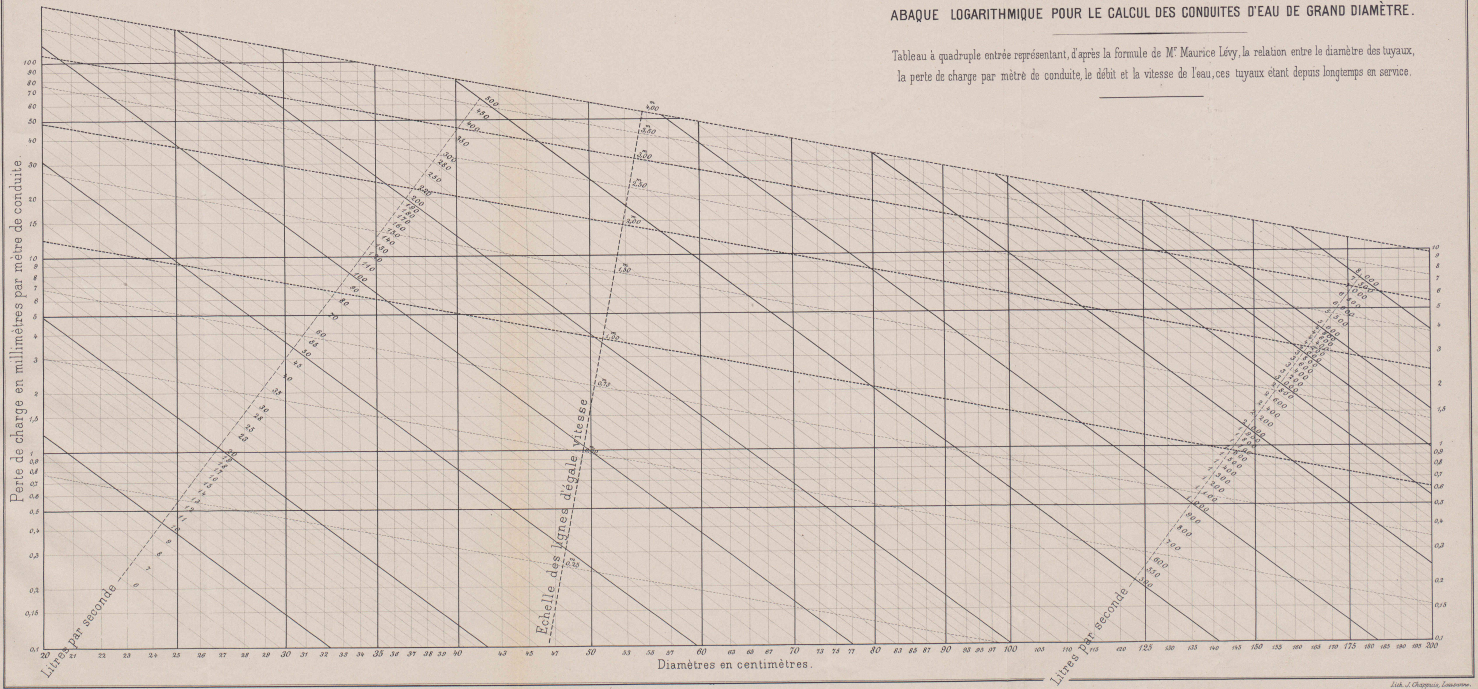
Les expériences de Darcy, — *les seules qui puissent aujourd'hui encore fournir les données nécessaires à une étude rationnelle sur la matière*, — n'ont pas dépassé le diamètre de 0<sup>m</sup>500 pour la fonte neuve et le diamètre de 0<sup>m</sup>243 pour la fonte recouverte de dépôts, et l'on n'ignore pas que les formules empiriques ne peuvent pas offrir la même garantie d'exactitude dès qu'on franchit les éléments qui ont servi à les établir.

Le développement des installations de forces motrices hydrauliques et de distributions d'eau appelle de plus en plus, depuis quelques années, l'emploi de tuyaux de grande section.

En appliquant la méthode il y a donc des réserves à faire sur ce point et il serait hautement à souhaiter qu'un spécialiste autorisé, disposant de ressources financières suffisantes, reprît expérimentalement la question pour la dégager des éléments d'incertitude qui sont de nature à embarrasser les praticiens soucieux de concilier les exigences de l'économie avec celles

### ABAQUE LOGARITHMIQUE POUR LE CALCUL DES CONDUITES D'EAU DE GRAND DIAMÈTRE.

Tableau à quadruple entrée représentant, d'après la formule de M<sup>r</sup> Maurice Lévy, la relation entre le diamètre des tuyaux, la perte de charge par mètre de conduite, le débit et la vitesse de l'eau, ces tuyaux étant depuis longtemps en service.



Seite / page

leer / vide /  
blank



de la prudence. En attendant, des recherches analytiques nouvelles ont amené divers auteurs à proposer des formules qui paraissent représenter plus exactement que la relation de Darcy la véritable loi de l'écoulement dans les tuyaux de grand diamètre<sup>1</sup>, recouverte de dépôts.

L'abaque joint à cette note envisage des diamètres de 0<sup>m</sup>20 à 2 m. et traduit la solution proposée par M. Maurice Lévy. Voici, à ce sujet, quelques considérations empruntées à un mémoire de M. H. Vallot<sup>2</sup>.

Darcy, le premier auteur qui ait fait ressortir l'influence de l'état de rugosité des parois sur la résistance à l'écoulement dans les tuyaux depuis longtemps en service, tient compte sommairement de cette influence en doublant les coefficients numériques applicables à la fonte neuve, dans sa relation :

$$R J = \left( \alpha + \frac{\beta}{R} \right) u^2 = b_1 u^2$$

où R est le rayon, exprimé en mètres,

J, la charge par mètre courant,

$u_1$  la vitesse,

$\alpha$  et  $\beta$  des coefficients numériques,

$b_1$  un coefficient fonction du rayon.

Or, l'effet des incrustations varie nécessairement avec le diamètre ; il est d'autant moindre que le diamètre est plus grand et si Darcy a pu admettre avec une approximation suffisante que des incrustations ordinaires devaient conduire à doubler le coefficient de résistance applicable à la fonte neuve dans les limites expérimentées, on conçoit qu'en extrapolant, la relation exagère les résultats pour les grands diamètres.

M. Maurice Lévy a recherché la loi de décroissance du coefficient de résistance. D'après sa théorie, le rapport des coefficients dans les deux cas, — fonte neuve et fonte recouverte de dépôts, — n'est pas constant ; il varie avec le rayon et a pour expression la valeur :

$$3,153 \frac{1 + \sqrt{R}}{1 + 3\sqrt{R}}$$

M. Lévy a adopté la formule générale :

$$\left( \frac{u}{20,5} \right)^2 = R J \left( 1 + 3\sqrt{R} \right)$$

qu'il écrit aussi :

$$u = \mu \sqrt{J},$$

en posant :

$$\mu = 20,5 \sqrt{R(1 + 3\sqrt{R})}$$

la valeur  $\mu$ , ne dépendant que du rayon, est donnée par des tables.

<sup>1</sup> La formule de Darcy est principalement usitée en France et celle de Weisbach en Angleterre et en Allemagne. Parmi les formules nouvelles, on peut citer celles de M. Maurice Lévy, de M. Gaukler, de M. Hagen, du Dr Lampe, de M. Osborne Reynolds, de M. Unwin, de M. Thrupp, de M. Flamant, de MM. Ganguillet et Kutter, etc. etc. Ces formules accusent, entre elles, des divergences notables.

<sup>2</sup> *Du mouvement de l'eau dans les tuyaux circulaires*. Théorie de M. Maurice Lévy, par M. H. Vallot, ingénieur des Arts et Manufactures. Paris, G. Steinheil, éditeur, 1888.

La relation de Darcy qui a servi de base au calcul du précédent abaque était écrite :

$$q = k \sqrt{d^5 j},$$

en appelant  $q$  le débit en litres par seconde,  $d$  le diamètre exprimé en centimètres,  $j$  la charge  $\text{m}^2/\text{m}$  et  $k$  un coefficient fonction du diamètre.

La formulé de M. M. Lévy peut être ramenée à la même forme (sauf à donner au coefficient numérique une valeur appropriée déduite de la loi de l'auteur), ce qui rend la comparaison facile.

Le tableau suivant met en regard les éléments de calcul et les résultats fournis par les deux lois Darcy et Lévy :

Diamètre.	Rapport des coefficients de résistance appliqués dans les deux cas de fonte chargée de dépôts et de fonte neuve.		Valeur du coefficient $k$ dans la relation : $q = k \sqrt{d^5 j}$		Rapport des résultats : Débit Lévy
	Darcy	Lévy	Darcy	Lévy	Débit Darcy.
0m02	2	1.78	0.00365	0.00411	1.12
0m03	»	1.94	0.00406	0.00421	1.03
0m04	»	2.—	<b>0.00433</b>	<b>0.00433</b>	<b>1.—</b>
0m05	»	2.06	0.00449	0.00437	0.97
0m08	»	2.11	0.00481	0.00455	0.95
0m10	»	2.11	0.00490	0.00466	0.94
0m15	»	2.09	0.00504	0.00487	0.96
0m20	»	2.06	0.00519	0.00503	0.97
0m30	»	2.—	0.00530	0.00530	0.99
(32,8)	»	(2.—)	<b>(0.00531)</b>	<b>(0.00531)</b>	<b>(1.—)</b>
0m40	»	1.94	0.00535	0.00550	1.03
0m50	»	1.88	0.00538	0.00569	1.06
0m60	»	1.85	0.00540	0.00585	1.08
0m80	»	1.77	0.00543	0.00613	1.13
1m00	»	1.71	0.00545	0.00637	1.17
1m50	»	1.60	0.00547	0.00684	1.25
2m00	»	1.52	0.00548	0.00723	1.32

Il ressort du tableau ci-dessus que pour des tuyaux recouverts des dépôts, la formule de M. Lévy indique des débits plus forts que Darcy de 0<sup>m</sup>02 à 0<sup>m</sup>04, plus faibles entre 0<sup>m</sup>04 et 0<sup>m</sup>30 et plus forts au-delà.

En résumé, la relation de Darcy, appliquée aux tuyaux usagés de diamètres supérieurs à 0<sup>m</sup>50, paraît indiquer des pertes de charge quelque peu exagérées ; celle de M. Lévy, qui est moins empirique, est probablement plus exacte en dehors des limites expérimentales. Quoiqu'il en soit, il règne encore sur la question des grands diamètres une certaine incertitude et on fera bien, en attendant des expériences nouvelles, de considérer les pertes de charge indiquées par la formule de M. Lévy comme un minimum au-dessous duquel il serait imprudent de descendre dans le calcul des conduites de grande section.

Enfin, la comparaison des débits obtenus par les deux formules est de nature à rassurer les ingénieurs qui ont appliqué la relation de Darcy à des tuyaux de 0<sup>m</sup>50 à 1 m de diamètre, puisque les débits de M. Lévy sont de 6% à 17% supérieurs à ceux de Darcy.

Au sujet de l'état de rugosité des parois et du coefficient de résistance au frottement qui en tient compte, il convient d'observer qu'il s'agit ici de légères incrustations recouvrant, au bout d'un certain temps de service, tous les tuyaux qui ont à conduire des eaux plus ou moins calcaires. Lorsqu'il s'agit de calculer une conduite d'eau exposée à être fortement incrustée, il faut prévoir, en outre, la diminution probable de la section qui, suivant les cas, peut être considérable.

La nouvelle édition de l'abaque logarithmique que nous publions aujourd'hui a été établie par M. l'ingénieur O. Rochat, chef des travaux graphiques à l'école d'ingénieurs à Lausanne.

### LA FUMIVORITÉ

La question de la fumivorité est loin d'être résolue.

Divers systèmes de foyers fumivores ont été proposés et appliqués, mais sans succès décisif jusqu'ici.

La préfecture de la Seine vient d'instituer une commission technique chargée de rédiger le programme d'un concours à ouvrir entre les inventeurs d'appareils destinés à faire disparaître la fumée des usines. Cette commission examinera les différentes solutions proposées, contrôlera les expériences et formulera des conclusions.

En attendant, *Le Génie civil* conseille aux usiniers d'atténuer la fumée que laisse échapper leurs cheminées et d'économiser en même temps le combustible en astreignant les chauffeurs à un travail rationnel : il s'agirait d'opérer méthodiquement le chargement des grilles en commençant par baisser les registres avant d'ouvrir les portes des foyers, pour ne pas laisser pénétrer un flot d'air extérieur qui refroidit la flamme et la transforme en fumée ; de repousser le coke incandescent vers le fond de la grille et de charger sur le devant, de manière à faire passer sur ce coke les gaz carbonés qui se dégagent de la houille aussitôt qu'elle se trouve exposée à la température du foyer. Il faut que la quantité d'air, modérée par l'abaissement du registre, soit suffisante pour faire brûler ces gaz et pas en excès pour ne pas refroidir la flamme et la transformer en fumée.

Lorsque le chargement est opéré et la grille bien dégagée du mâchefer, il faut peu à peu relever le registre pour régler l'appel de l'air extérieur sous la grille proportionnellement aux gaz dégagés par la houille. Les hydrogènes carbonés se transformeront par la combustion normale en acide carbonique et vapeur d'eau, tout le carbone gazeux devant trouver dans l'oxygène de l'air introduit sous la grille du foyer son élément de combinaison au maximum.

C'est donc une manœuvre qui exige l'intelligence et le soin du chauffeur.

J.-D. COLLADON

SOUVENIRS ET MÉMOIRES

*Problème de mécanique.*

Parvenu à un âge avancé, D. Colladon a rédigé ses souvenirs de jeunesse et les a réunis en un gros volume qui n'a été achevé d'imprimer qu'après sa mort. La famille de l'illustre savant genevois a bien voulu faire don à notre bibliothèque d'un exemplaire de ce bel ouvrage. Très documentés, ces souvenirs renferment des renseignements d'un haut intérêt sur l'histoire du développement des arts mécaniques au cours de sa longue et féconde carrière.

Nous en détachons une note qui remonte à l'année 1830, époque où Colladon professait un cours de physique industrielle et de machines à vapeur à l'École centrale des arts et manufacture :

« *L'élève Petiet est le seul de sa volée qui ait su résoudre une question et justifier sa réponse.*

» J'avais l'habitude de proposer aux élèves, dès la seconde année, de résoudre certaines questions de mécanique. Un jour je proposai la question suivante, sur laquelle le major Poussin a fait une erreur dans son livre sur les bateaux à vapeur d'Amérique.

« *Un navire part d'une station inférieure et remonte une rivière ou un fleuve, par exemple de Marseille jusqu'à Lyon. Lorsqu'il est ainsi remonté de la hauteur verticale de 170 m., faut-il, outre la résistance de l'eau à l'avant, tenir compte en plus du poids du navire, multiplié par la hauteur verticale à laquelle il a été élevé, de même que s'il était monté sur un plan incliné ?*

» Petiet fut le seul de toute sa chambrée qui sut résoudre cette question et en donner les motifs.

» Il ne faut pas tenir compte du produit du poids du vaisseau par la hauteur à laquelle on l'a élevé, car en réalité il n'y a eu aucun poids absolument élevé.

» En effet, quand le navire était à Marseille, il déplaçait une quantité d'eau qui était parfaitement égale à son poids et lorsqu'il est arrivé à Lyon, il déplace encore la même quantité d'eau. Mais le volume d'eau qu'il déplaçait à Marseille a été comblé depuis que le navire est parti. *Il n'y a donc pas déplacement du centre de gravité.* »

### BIBLIOTHÈQUE

#### Ouvrages reçus.

6<sup>o</sup> *Mitteilungen der Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien am eidgen. Polytechnikum in Zürich*, von Professor L. Tetmajer. 6. Heft : Methoden und Resultate der Prüfung der Hydraulischen Bindemittel. Zurich. F. Lohbauer. 1893.

7<sup>o</sup> *The engineering Review*. Edited by J. Stephens Jeans. Published monthly. 29, Great George street, London. S. W.

8<sup>o</sup> *L'Ingénieur civil*. Journal d'application et de vulgarisation des découvertes les plus récentes, paraissant deux fois par mois, Paris, rue Montorgueil 49.