Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 49 (1923)
Heft: 25

Artikel: Le diamètre le plus économique d'une conduite forcée
Autor: Dubois, L.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-38269

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

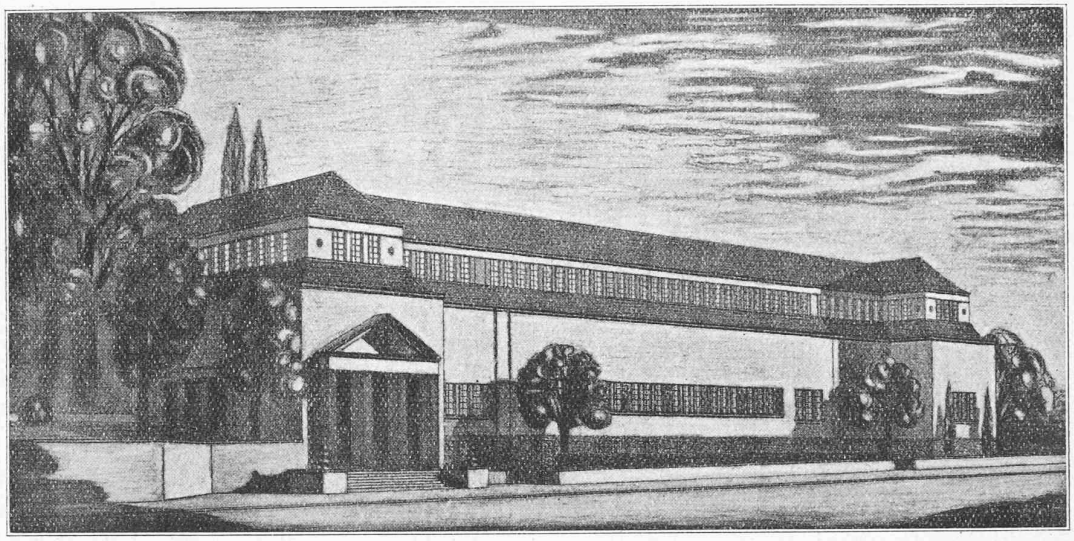
Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans 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

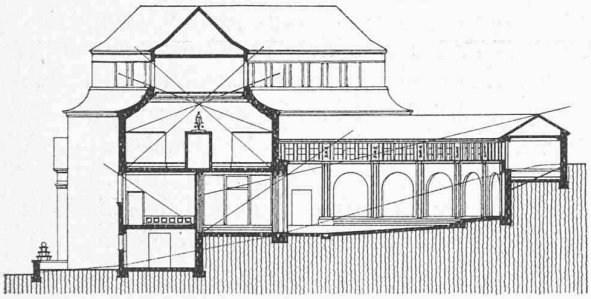
Download PDF: 10.07.2025

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

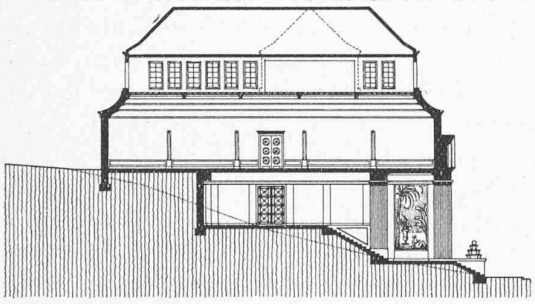
CONCOURS POUR LE MUSÉE DES BEAUX-ARTS DE LA CHAUX-DE-FONDS



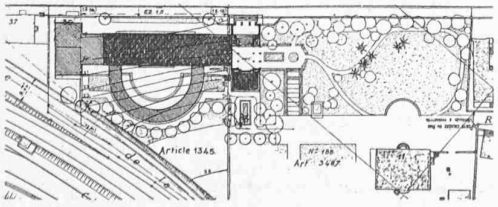
Perspective.



Coupe sur l'axe. — 1 : 500.



Coupe sur l'entrée. — 1 : 500.



Plan de situation. — 1 : 2500.

IIe prix (3e rang), projet «Lumière» de MM. *Hausamann & Monnier.*

rez-de-chaussée est d'une distribution compliquée ; les salles sont étroites et les vestibules successifs occasionnent une perte de place. L'éclairage des salles supérieures est très bien étudié : la solution proposée est excellente. Les façades sont sobres, mais d'un caractère un peu triste. *(A suivre).*

Le diamètre le plus économique d'une conduite forcée.

Après M. Santo-Rini, ingénieur, dont nous avons résumé le travail sur la détermination des diamètres les plus économiques des conduites hydrauliques (voir *Bulletin technique* du 15 septembre 1923, page 239) c'est M. *P. J. Cathala*, ingénieur E. I. M., sous-chef d'Etudes à la Compagnie des Chemins de fer du Midi, qui reprend cette question dans le *Génie Civil* du 8 septembre 1923.

M. Cathala admet pour les pertes de charge la formule de M. Mougnié, qui diffère quelque peu de celle admise par M. Santo-Rini, ce qui fait que les résultats obtenus sont un peu différents.

En résumé, M. Cathala arrive à la conclusion que le diamètre de la conduite doit varier suivant la loi

$$D = K \sqrt[7,25]{\frac{Q^3}{h}}$$

dans laquelle D = diamètre de la conduite au point considéré, Q = débit à la seconde, et h = pression à l'endroit considéré.

K est un paramètre qui dépend de différents facteurs, mais plus particulièrement du genre de service que l'usine sera appelée à fournir.

Pour faciliter les calculs, M. Cathala a joint à son étude les trois abaques suivants :

1° Abaque *Bouchayer-Viallet* (Maurice Lévy) pour les pertes de charge ;

2° Abaque donnant le diamètre le plus économique en fonction des débits ;

3° Abaque donnant les épaisseurs et les poids des tuyaux en fonction des diamètres et des pressions.

L'abaque N° 1 est identique à l'abaque de *A. van Muyden.*

Il est curieux de remarquer que, pour l'établissement de ses formules, M. Cathala s'est servi de la formule de M. Mougnié, tandis que pour les calculs numériques, il préconise l'emploi de l'abaque van Muyden qui donne des résultats sensiblement différents. Voici à titre indicatif quelques exemples numériques qui montrent les écarts pour une conduite de 1 mètre de diamètre :

		Pertes de charge en m/m par m.	
		d'après Mougnié	d'après abaque de van Muyden
Débit :	1,560 lit./sec.	8 mm.	5,5 mm.
	2,340 »	18 mm.	13,0 mm.
	3,120 »	32 mm.	25,0 mm.

Pour bien faire et afin que les calculs numériques correspondent bien avec les formules établies, il semble que l'on aurait dû établir un abaque des pertes de charge d'après la formule de Mougnié.

Les valeurs que fournissent cette dernière formule nous paraissent bien élevées ; celles de l'abaque van Muyden qui s'entendent pour des conduites ayant été longtemps en service ont été appliquées et vérifiées bien souvent. Il est possible que dans certains cas, pour des tuyaux très fortement incrustés, les pertes de charge soient plus fortes que celles de l'abaque van Muyden. Mais ce sont certainement là des cas exceptionnels.

Toutes les études qui ont été faites sur cette question des dimensions les plus économiques des conduites forcées arrivent à ce résultat, c'est qu'il faut avoir des conduites de diamètre variable, le diamètre le plus grand étant à la partie supérieure et le diamètre le plus petit à la partie inférieure de la conduite.

Quelle est la portée pratique de cette conclusion ? Ou, en d'autres termes, quel est l'ordre de grandeur de l'économie de métal que l'on peut réaliser de la sorte ? C'est ce que nous avons cherché à déterminer pour les cas suivants :

Premier cas. — Nous avons supposé une conduite rectiligne de 1000 mètres de longueur, avec pression variant de 0 à 500 mètres, et avec un débit de 2000 litres-seconde. Nous avons admis un taux de travail du métal de 850 kg. par centimètre carré, et une épaisseur minimum de la tôle de 7 mm., et nous avons calculé les poids aussi exactement que possible, mais sans tenir compte des brides et boulons.

Nous avons fait un premier calcul à l'aide des abaques de M. Cathala, et en divisant la conduite en cinq tronçons d'égale longueur (soit 200 mètres par tronçon), ayant les diamètres intérieurs suivants : 1,37 m., 1,22 m., 1,16 m., 1,11 m. et 1,07 m.

Nous n'avons pas arrondi les chiffres des diamètres afin de bien rester dans les conditions théoriques du problème. L'épaisseur des parois varie de mm. en mm., de 7 à 32 mm.

Le poids total obtenu pour ce cas est de ***510 000*** *kg.*

La perte de charge totale, pour une telle conduite et pour le débit prévu de 2000 litres-seconde, est de 4,62 mètres, soit 4,62 mm. par mètre courant de conduite.

Une conduite de 1,165 m. de diamètre sur toute sa longueur donne exactement la même perte de charge. Elle est donc équivalente à la première au point de vue de l'énergie produite. L'épaisseur des parois varie de 7 à 34 mm., et son poids total est de ***530 000*** *kg.*

On voit donc que l'économie en poids réalisée au moyen de la conduite à plusieurs diamètres n'est que de 4 %.

Deuxième cas. — Afin de nous rendre compte de l'influence de la nature du profil, nous avons étudié les deux cas suivants :

Une conduite pour une chute brute de 500 mètres et un débit de 2 mètres cubes par seconde, avec première partie du profil à faible pente (partie supérieure), soit 550 mètres de longueur avec pression variant de 0 à 155 mètres, et seconde partie du profil à forte pente, soit 500 mètres de longueur avec pression variant de 155 à 500 mètres. La longueur totale est donc de 1050 mètre que nous avons divisée en cinq tronçons de 210 mètres chacun ayant respectivement les diamètres suivants : 1,46 m., 1,32 m., 1,22 m., 1,13 m. et 1,07 m.

Le poids total de cette conduite est de ***452 000*** *kg.*

Une conduite équivalente au point de vue perte de charge, et de même profil, d'un diamètre unique de 1,19 m. pèsera ***460 000*** *kg.*

L'économie en poids réalisée par la conduite à diamètre variable est donc ici de 2 % seulement.

Troisième cas. — Comme troisième cas nous avons envisagé une conduite pour 500 mètres de chute brute, et un débit de 2 mètres cubes, avec première partie du profil à forte pente, soit un tronçon de 450 mètres de longueur avec pression variant de 0 à 317 mètres, et la seconde partie du profil à faible pente, soit un tronçon de 550 mètres de longueur, avec pression variant de 317 à 500 mètres. Nous avons divisé la longueur totale de 1000 mètres en cinq tronçons d'égale longueur, soit 200 mètres par tronçon, ayant respectivement les diamètres suivants : 1,30 m., 1,25 m., 1,12 m., 1,09 m. et 1,07 m. L'épaisseur des parois varie de 7 à 32 mm. Le poids d'une telle conduite est de ***585 000*** *kg.*

Une conduite équivalente au point de vue perte de charge et de même profil devra avoir un diamètre intérieur de 1,15 m., et elle pèsera ***602 000*** *kg.*

L'économie en poids réalisée dans ce cas est de 3 %.

Quatrième cas. — En dernier lieu nous avons étudié le cas cité par M. Cathala dans l'article du *Génie Civil.* Il s'agit d'une conduite pour un débit de 3 m³ par seconde, avec une pression maximum de 400 mètres, et pour marche continue. Nous avons admis un profil rectiligne de 1000 mètres de longueur, et voici le tableau des résultats auxquels nous sommes arrivé :

Diam.	Pression	Epaisseurs	Long. du tronçon	Poids	Pertes de charge par m. courant	Pertes de charge partielles
m.	m.	m/m	m.	kg.	m/m	m.
1,70	0 à 50	7	126	36 800	1,3	0,164
1,60	50 à 100	7 à 10	126	39 700	1,8	0,227
1,50	100 à 170	9 à 15	177	78 900	2,6	0,460
1,40	170 à 260	14 à 22	225	140 800	3,8	0,857
1,30	260 à 400	21 à 31	346	292 000	5,6	1,940
			1000	588 200		3,648

Nous faisons remarquer que le diamètre de 1,36 m. indiqué dans l'article de M. Cathala pour le dernier tronçon est une erreur d'impression. D'après l'abaque, c'est 1,30 m. qu'il faut lire, et c'est ce chiffre que nous avons admis.

Une conduite équivalente au point de vue perte de charge, de même profil, et pour le même débit, devra avoir un diamètre de 1,41 m. avec épaisseurs de tôle variant de 7 à 33 mm. Son poids total sera de *615 800 kg.* On voit qu'ici l'économie en poids réalisée au moyen de la conduite à diamètre variable est de 4,5 %.

En résumé nous constatons par les quatre exemples numériques traités que l'économie en poids de métal réalisable grâce à l'emploi d'une conduite à diamètre variable au lieu d'une conduite de diamètre constant est de l'ordre de grandeur de 2 à 4,5 %. En ce qui concerne les prix de revient, l'économie sera plus faible, et dans la plupart des cas nulle, à cause des complications résultant des nombreux changements de diamètres.

Il y a déjà longtemps que cette solution des conduites à diamètre variable avait été proposée. Une des premières études sur ce sujet est celle de M. R. Catani, parue en 1904 dans la *Houille Blanche*. Depuis lors, il a été créé de nombreuses et importantes installations hydro-électriques ; mais nous ne croyons pas que ce principe ait été appliqué. C'est probablement parce que les ingénieurs qui ont eu à étudier ce problème se sont rendu compte du peu d'intérêt qu'il y avait à fractionner une conduite en un grand nombre de tronçons de différents diamètres.

Dans les cas de très hautes chutes, on est en général limité en diamètre et épaisseur des parois à la partie inférieure par les possibilités d'exécution des tuyaux, ce qui conduit à admettre pour la partie supérieure un diamètre plus grand, ceci afin de ne pas avoir une perte de charge totale trop grande. Mais ce sont là des raisons d'ordre purement pratique.

Si les auteurs qui ont repris cette question ces derniers temps arrivaient à des conclusions différentes des nôtres, ils intéresseraient certainement les praticiens en donnant communication des résultats pratiques auxquels leurs études les ont amenés.

L. DuBois.

Ciment, béton, béton armé.

Sous ce titre la revue *France-Belgique* [1] (ancienne « Revue de l'Ingénieur ») publie dans son numéro de septembre dernier, une série d' « exposés techniques » et de « monographie », dont plusieurs sont dus à des spécialistes qui font autorité entr'autres : *Ce que tout le monde doit savoir sur les chaux et ciments*, par M. J. Bied, l'inventeur du ciment alumineux. — *Recherches sur la meilleure composition des mortiers et des bétons hydrauliques*, par M. R. Féret, chef du Laboratoire des Ponts et chaussées, à Boulogne-sur-Mer, avec un exposé des célèbres expériences de D. A. Abrams. — *Perméabilité des ciments*, par notre collaborateur, le Dr B. Jeanneret. — *La constitution intime des ciments*, par J. Hendrickx, directeur des Etablissements Poliet et Chausson. — *Le ciment Portland artificiel obtenu par fusion*, par C. Blanchet. — *Le four vertical automatique*, par G. Gandrille, etc.

[1] Bruxelles, rue Archimède 36. Prix du numéro : 10 francs (belges).

BIBLIOGRAPHIE

Congrès du chauffage industriel. — Comptes rendus publiés par la revue *Chaleur et industrie*, à Paris (5, rue Michel-Ange).

La revue *Chaleur et Industrie*, qui a été désignée comme organe officiel du récent « Congrès du Chauffage industriel, » vient de faire paraître en deux fascicules de plus de 450 pages chacun les comptes rendus de ce Congrès.

Le tome I comprend toutes les communications présentées sur le *pouvoir calorifique des combustibles, les chaleurs d'échauffement des gaz, les méthodes et appareils de mesure et les règles d'essais pour l'étude et le contrôle de la chauffe*, etc., ainsi que quatre grands chapitres consacrés aux *résultats d'expériences sur les combustibles et les foyers*.

Le tome II, consacré plus spécialement aux combustibles et à l'emploi méthodique de la chaleur dans l'industrie introduit pour la première fois en France les études anglaises sur la *constitution des charbons*, avec les planches en couleur reproduisant les coupes microscopiques de Mme Marie Stopes et de M. Lomax — il expose les résultats des dernières recherches sur : *l'agglomération des charbons et lignites, la carbonisation à basse température, l'emploi des matériaux réfractaires*, et il apporte une importante contribution aux connaissances actuelles sur la technique des combustibles pulvérisés.

Un problème national : l'électrification générale du territoire, par *C. Boileau*, ingénieur, lauréat de l'Institut de France et de la Ville de Paris. — Un volume in-8 de 176 pages avec de nombreuses illustrations. — Paris (14e) Imprimerie J. Téqui, 3 *bis*, rue de la Sablière.

M. C. Boileau s'est signalé par plusieurs publications : (*Le moteur à essence adapté à l'automobile et à l'aviation, Production et vente de l'énergie électrique, Le chauffage électrique, Chauffage et cuisine électriques par accumulation, etc.*) dont plusieurs, en raison de leur rédaction précise et parfois mordante, de la lucidité et de la forte dialectique avec lesquelles leur auteur discute certains problèmes, ont suscité dans le monde technique un vif intérêt et pas mal de controverses.

M. Boileau ne s'incline pas volontiers devant les « boniments » ; bien plus, quand il en rencontre un il le réfute rudement : exemple, le trait qu'il décoche à *l'utilisation* supputée de 6000 heures des installations de la fameuse Compagnie nationale du Rhône et qui se réduirait en réalité à 3000 heures, « Il est effrayant, le mot n'est pas trop fort, s'écrie M. Boileau, de constater que c'est sur cette évaluation, à 100% près, qu'un projet aussi colossal a été enlevé ».

Nous reproduisons ci-dessous l' « introduction » de ce livre : il y a certaines considérations dont l'opportunité n'est pas particulière à la France.

« L'électrification générale du territoire français est aujourd'hui l'une des préoccupations les plus vives des Pouvoirs