

Zeitschrift: Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes
Band: 19 (1893)
Heft: 1 & 2

Artikel: Note sur une élévation d'eau potable pour la ville de Neuchâtel
Autor: Chavannes, Roger
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-17486>

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: 25.02.2026

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

Les frais d'exploitation annuels pour un trafic équivalent à celui qui existe au Gothard ne dépassent ceux du tracé avec tunnel de base de 20 km. que de 220 000 fr. par an ; par contre ce tracé économise la somme énorme de 50 millions pour sa construction.

Dans l'état actuel de la science ce tracé permet le passage de la montagne en 2 1/2 heures, donc plus rapidement que le passage actuel au Gothard par les trains express.

Au point de vue climatique il est tout aussi favorable que les passages du Mont-Cenis et du Gothard.

Il présente le grand avantage de pouvoir être exécuté avec les ressources que nous pouvons actuellement espérer obtenir.

Il n'empêche aucunement l'exécution d'un tunnel de base, car si le trafic se développe au point qu'un tunnel de base devienne nécessaire pour le débiter, les sommes nécessaires pour la construction de celui-ci se trouveraient alors facilement.

Mon sentiment est que si nous voulons percer le Simplon il faut ne compter que sur nos ressources suisses et qu'il ne faut pas espérer obtenir des subventions étrangères. Il faut agir sans plus tarder, car les raccourcis de lignes en Allemagne, en France, en Italie et en Suisse ont la tendance de se construire actuellement dans la direction du Gothard et au bout de peu d'années les intérêts convergents vers ce passage seront tels qu'il sera impossible d'exécuter le Simplon, même par un tracé économique. Ne voyons-nous pas déjà Berne et Neuchâtel tourner leurs regards vers le Gothard ; bientôt Fribourg les suivra et nous n'aurons plus pour le passage du Simplon que les cantons de Vaud et du Valais.

Travaillons pour le présent et laissons le temps faire son œuvre d'avenir.

NOTE SUR UNE ÉLEVATION D'EAU POTABLE

POUR LA VILLE DE NEUCHÂTEL

par ROGER CHAVANNES, ingénieur.

(Avec planches, Nos 12 à 15).

De 1867 à 1887 Neuchâtel a été alimentée par l'eau filtrée du torrent le Seyon, capté au-dessous du village de Valengin.

La filtration se faisait par les moyens employés à cette époque ; soit par l'emploi combiné de charbon, éponges, et sable.

La surface entière du filtre était à peine le cinquième de ce qui serait exigé actuellement ; aussi l'eau laissait-elle à désirer comme pureté.

La quantité manquait aussi ; elle descendait en été vers 2000 litres par minute. Le remède appliqué était la fermeture des conduites pendant la nuit. A une époque de sécheresse particulièrement forte on fut même obligé de limiter l'écoulement à quelques heures par jour (de 7 heures du matin à 3 heures de l'après midi).

La consommation, assez mal connue, était estimée à 4000 ou 5000 litres par minute.

Divers projets furent étudiés pour amener de l'eau nouvelle. Les autorités communales se rallièrent à celui de la captation de différentes sources, situées au Champ-du-Moulin, dans les Gorges de la Reuse. Elles acquirent en 1886 les installations de la Société des Eaux, et firent effectuer le beau travail de la

captation des nouvelles sources et de l'aqueduc qui les conduit à Neuchâtel.

Sous la direction de M. Hartmann, directeur des travaux publics, les travaux furent rapidement conduits et achevés en octobre 1887.

Une double déception se produisit au bout de peu d'années. Dès que la population put jouir d'une eau fraîche et saine, la consommation augmenta notablement et dépassa 6000 litres par minute.

D'autre part les sources ne tinrent pas au point de vue de la quantité ce qu'elles avaient paru promettre même aux experts les plus habiles.

L'excès de consommation provient surtout du système d'abonnement à discrétion, qui amène partout le même inconvénient. Nous renvoyons pour cette question à un intéressant mémoire paru dernièrement (*The Sale of Water by Meter in Berlin* by Henry Gill. M. Inst. C. E. ; *Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, Vol. CVII, Avril 1892.)

Nous entrerons dans plus de détails pour ce qui concerne les sources.

Voici la liste de celles qui ont été captées en 1887, avec leur jaugeage à l'étiage.

Source.	Température.	Débit.	à l'étiage du :
N° 1 supérieure .	8°	39 litres	5 novembre 1884.
N° 1.	8°	330 —	28 — —
N° 2.	9°	1258 —	8 août —
N° 2 bis supérieure .	9°	79 —	25 — 1885.
N° 2 bis inférieure .	8 1/2°	12 —	21 — —
N° 3.	9 1/2°	86 —	5 novembre 1884.
N° 3 bis.	9°	61 —	10 décembre —
N° 3 ter.	9 3/4°	16 —	25 janvier 1885.
N° 4.	9 1/2°	477 —	21 août —
N° 5.	8°	75 —	28 novembre 1884.
N° 6.	10°	265 —	23 janvier 1885.
N° 6 bis	8°	150 —	(estimation)
N° 7	7 1/2°	89 —	5 septembre —
Moyats	9°	218 —	28 novembre 1884.

Total pour mémoire 3155 litres par minute.

Les étiages de ces sources ne correspondent pas aux mêmes dates.

Le débit total minimum était estimé avant les travaux à 4830 litres en étiage d'hiver et 5060 en étiage d'été.

Comme il était prévu le captage de nombreux filets d'eau non jaugés, l'étiage futur était estimé à 6000 litres par minute.

Or cet étiage est descendu aux chiffres suivants :

4420 le 27 janvier	1889
5270 le 21 septembre	—
5704 le 8 août	1890
4401 le 23 février	—
4800 le 26 septembre	1891

Il s'en fallait de plus de 2000 litres par minute que la quantité nécessaire fût recueillie.

La captation de nouvelles sources fut faite dans l'hiver 1891-1892.

En voici la liste :

Source.	Étiage observé jusqu'ici.
Chable de l'eau.	90 litres
Annexes	16 —
Annexe supérieure de la source N° 6 bis	30 —
— inférieure id.	28 —
— de la source N° 6.	65 —
— supérieure de la source N° 5 .	14 —
— inférieure id.	7 —
Total pour mémoire 250 litres par minute	

Il y eut encore déception au sujet de ces nouveaux apports qui ne donnèrent pas la quantité à laquelle il semblait qu'on put s'attendre.

Deux solutions se trouvaient en présence pour parer à l'insuffisance d'eau. Ou transformer le mode de vente, et rendre général l'usage du compteur, comme l'ont fait tant d'autres villes, ou augmenter encore l'apport d'eau. Cette dernière solution fut préférée.

La ville possède deux sources importantes situées en dessous de l'aqueduc.

L'une située dans les Gorges de la Reuse au lieu dit Combe Garot, avec un étiage probable de 2500 litres; l'autre un peu plus haut, avec un étiage certain de 2400.

Cette dernière source vaut quelques mots de description; car elle est artificielle.

Lors de la construction du chemin de fer de Neuchâtel à Pontarlier le tracé adopté a conduit à percer un tunnel à double courbure et en pente, dans la colline graveleuse de la Verrière, en aval de Champ-du-Moulin. A peine le tunnel était-il terminé que la maçonnerie montrait des traces de dislocation. Il fallut le boiser pendant nombre d'années, et pratiquer des galeries pour évacuer l'eau, origine du mouvement de la colline et du tunnel qu'elle renfermait. Les galeries furent poussées jusqu'à former un réseau complet dont notre plan au $\frac{1}{3000}$ indique une partie. Le résultat fut la *source de la Verrière*.

Cette source varie entre 2400 et 4000 litres par minute. Son altitude est d'environ 52 mètres en dessous de l'aqueduc principal; à sa sortie. La galerie terminale a une forte pente, et l'apport principal d'eau, à 35 mètres sous terre, n'est qu'à 20 mètres en dessous de l'aqueduc.

Une série de projets fut mise à l'étude pour l'élévation de la source. Nous ne décrivons que celui qui a eu la préférence, et pour lequel les devis prévoyaient une dépense de 60 000 francs, imprévu compris.

La donnée principale du projet était une grande rapidité d'exécution; puisque décidés en avril les travaux devaient être terminés avant l'hiver. En outre leur utilité semblait restreinte à 2 ou 3 années, pour des raisons que nous verrons plus loin. En somme rapidité et bon marché, telles étaient les conditions déterminantes du problème.

La rivière la Reuse forme au-dessus de la source une série de rapides dont la chute totale est de 40 mètres. Elle débite au minimum 1750 litres par seconde. Cette force étant incluse dans une concession accordée par l'Etat aux communes de Neuchâtel et Chaux-de-Fonds les formalités nécessaires pour travaux en rivière se trouvaient grandement simplifiées.

L'emploi de pompes ordinaires mues par une turbine fut

écarté à cause des délais de livraison. Le rendement plus élevé ne compensait du reste pas le plus grand coût. Une combinaison de 4 pompes centrifuges pompant les unes dans les autres, et conduites directement par la turbine formait un ensemble léger, peu coûteux, transportable par parties de faible poids. Le rendement relativement faible (50 %) n'avait d'importance qu'au point de vue de la conduite d'alimentation de la turbine. Toute comparaison faite, cette combinaison fut trouvée pratique et économique, et par suite adoptée.

Les raisons de rapidité de livraison n'eussent-elles pas existé qu'il restait encore contre l'emploi de pompes ordinaires la difficulté du transport. Champ-du-Moulin n'a pas de gare; c'est une halte à voyageurs. Il faut donc transporter les marchandises par train spécial et décharger de nuit en pleine voie. Depuis la ligne jusqu'à la source le transport ne peut se faire par char, à cause de la déclivité du terrain. Il était donc de toute nécessité d'éliminer tout transport de pièces lourdes et encombrantes. Avec le matériel adopté aucune pièce ne pesait plus de 400 kg., hormis la turbine qui dépasse peu ce poids.

La difficulté de combiner le moteur pour une rotation rapide (1065 tours) avec une chute effective réalisant le minimum du tuyau, soit $\frac{2}{3} \times 40 \text{ m.} = 27 \text{ m.}$, a été résolue par les constructeurs, MM. Föesch et Piccard à Genève, par l'emploi de deux turbines accouplées. Le vannage étant inutile on pouvait adopter la turbine à pression, mais M. Piccard a préféré un type intermédiaire entre le système à pression et celui de la déviation libre.

Une turbine Jouval double aurait donné une trop grande vitesse; une turbine Girard une trop faible. Il a fallu recourir à un type intermédiaire, à veine moulée, dont le tracé des aubes est indiqué sur la fig. 6.

La pression entre le distributeur et les aubes fixes est de 7 m.

Les paliers sont du système autograisseur à anneaux, mais il faut en même temps qu'ils fassent office de palier de butée, pour le cas où il se produirait une poussée dans l'axe, provenant de l'obstruction partielle d'une des turbines.

Pour élever 2400 litres par minute à 52 m., chiffres imposés par le programme, il faut 28 chevaux théoriques.

Au rendement garanti par le constructeur des pompes, M. Dumont, à Paris, soit 50 %, il faut donc 56 chevaux. Le moteur a été calculé pour 70, ainsi que la conduite, pour parer à toute éventualité.

Voici les données principales de l'installation :

Conduite motrice. Longueur 470 m., diamètre 400 mm. Pression statique à la turbine, 38^m5. Chute gagnée par les deux tubes aspirateurs, de 13 m. de longueur et 0^m30 de diamètre : 2 à 2^m50. Pression statique totale, 40 à 41 m., suivant la variation des niveaux amont et aval.

Perte de charge admise, 11 m.

La conduite étant neuve, la perte de charge atteint à peine la moitié de ce chiffre.

Conduite d'eau de source. Aspiration.

Longueur 90 m., diamètre 225 mm. La conduite remontant la galerie fournit l'eau à 13^m5 de pression aux pompes.

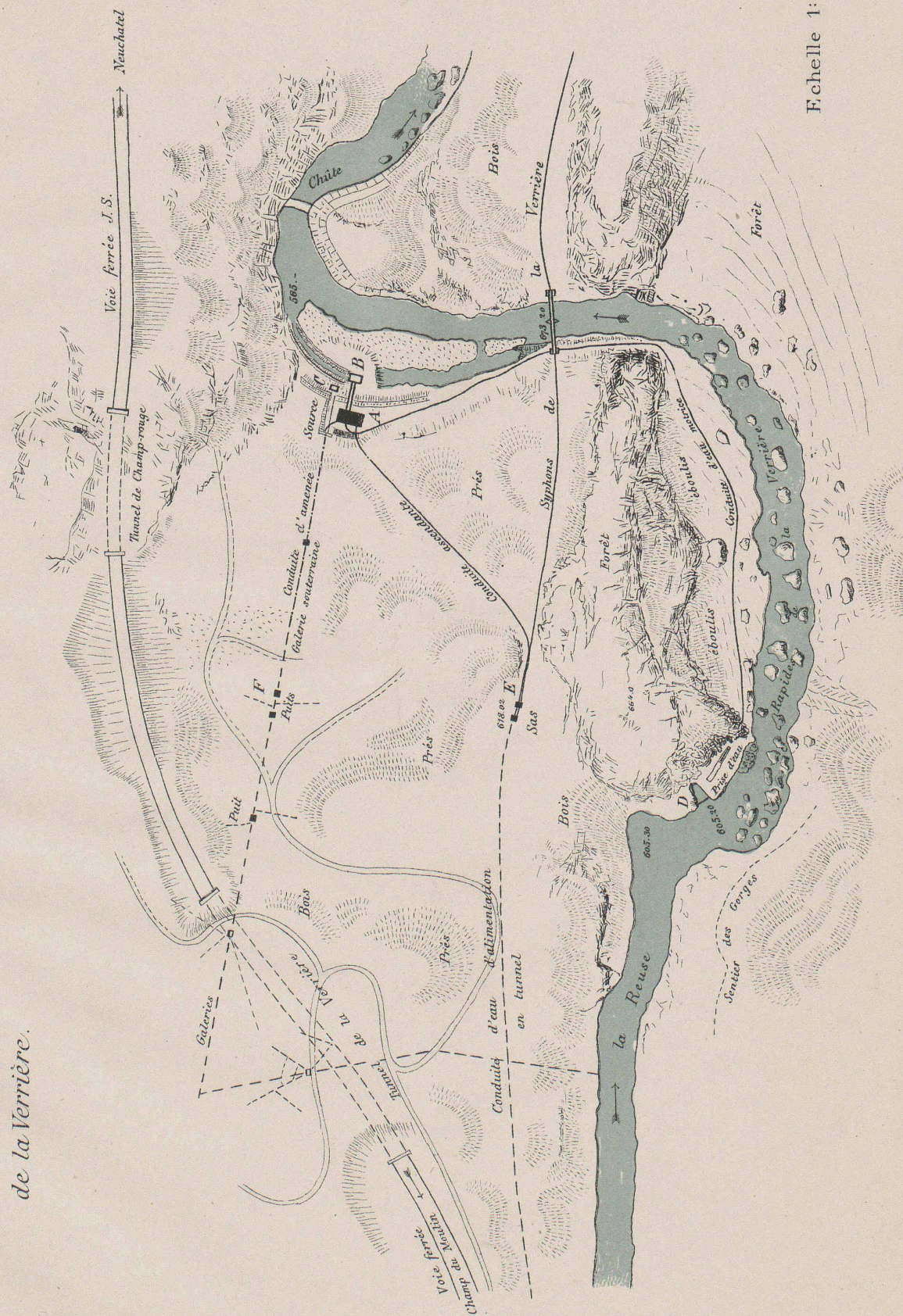
Refoulement. Longueur 200 m., diamètre 225 mm. Pression en marche au débit de 3000 litres à la minute, 57 m.

Fig. 1.

Plan de situation.

Elevation de la Source
de la Verrière.

Echelle 1:3000



Seite / page

leer / vide /
blank

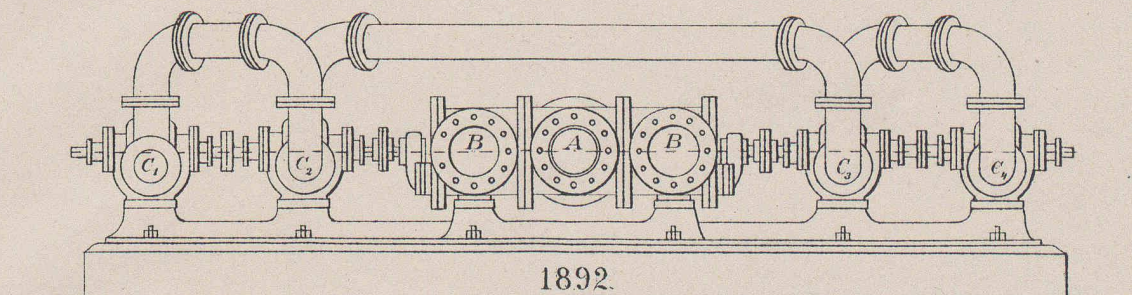
*Élévation de la Source
de la Verrière*

Echelle 1:40

Pompes et turbine

Elévation.

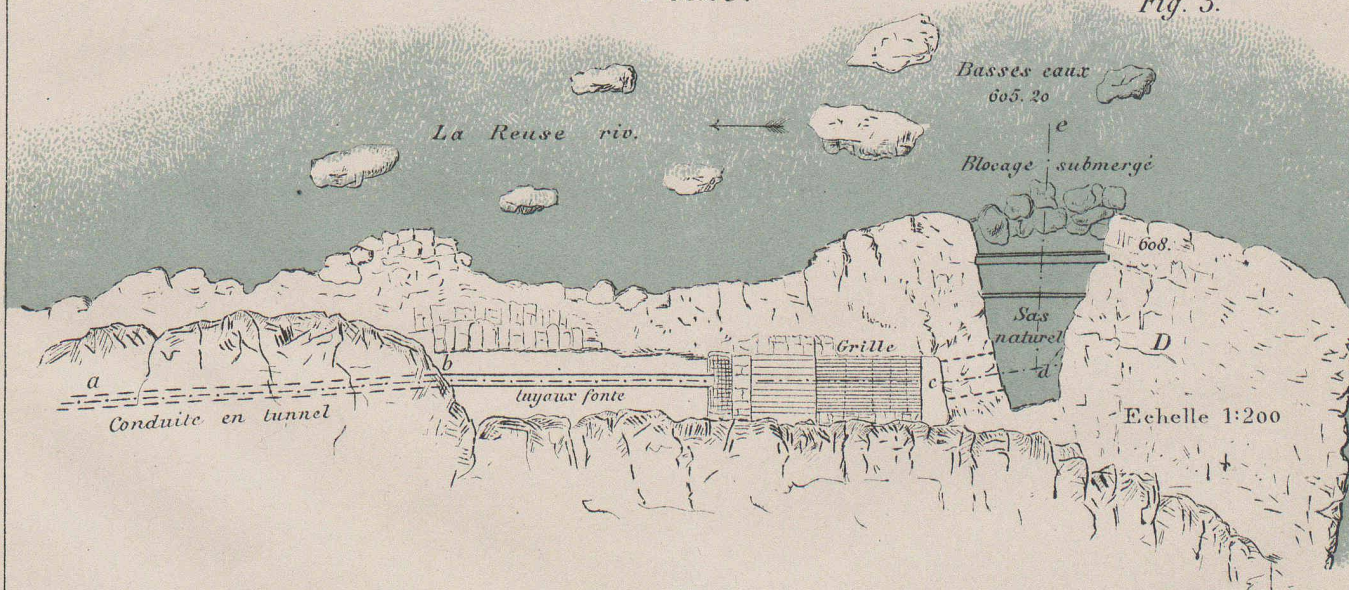
Fig. 2.



Prise d'eau en rivière

Plan.

Fig. 3.

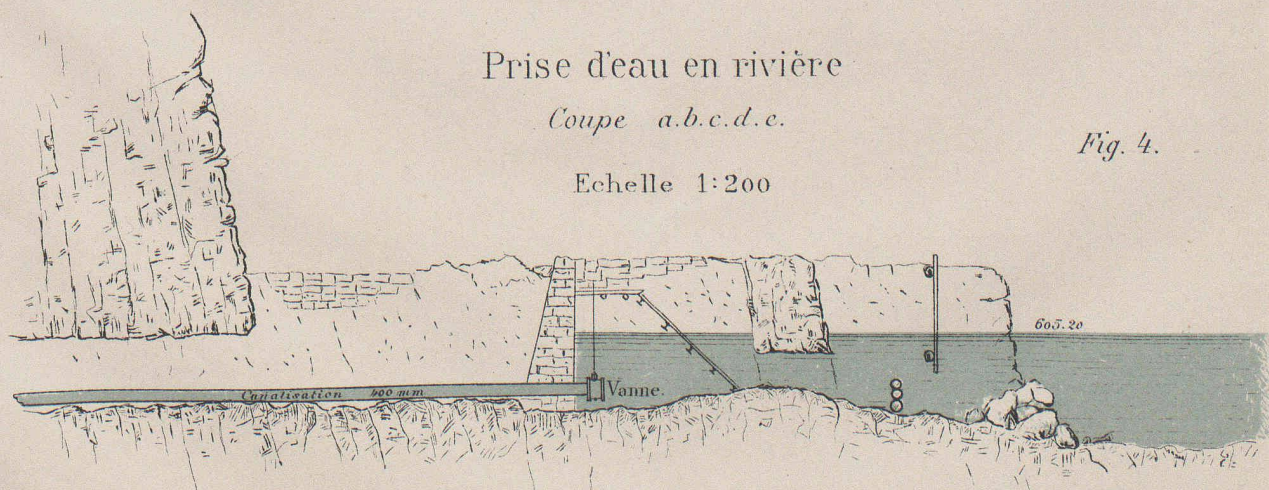


Prise d'eau en rivière

Coupe a.b.c.d.e.

Echelle 1:200

Fig. 4.



Seite / page

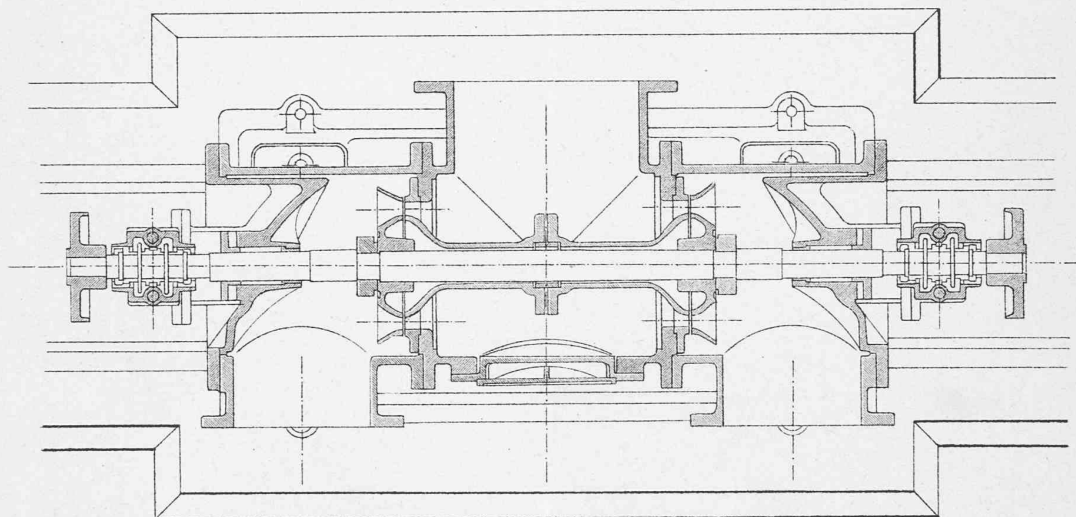
leer / vide /
blank

Turbine

Coupe horizontale

Fig. 5.

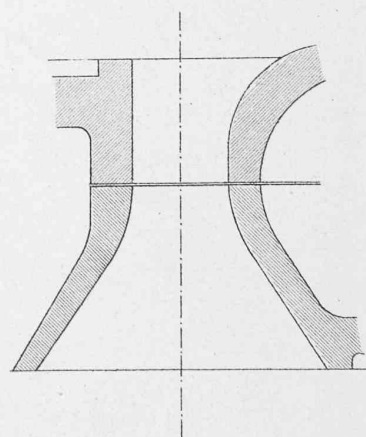
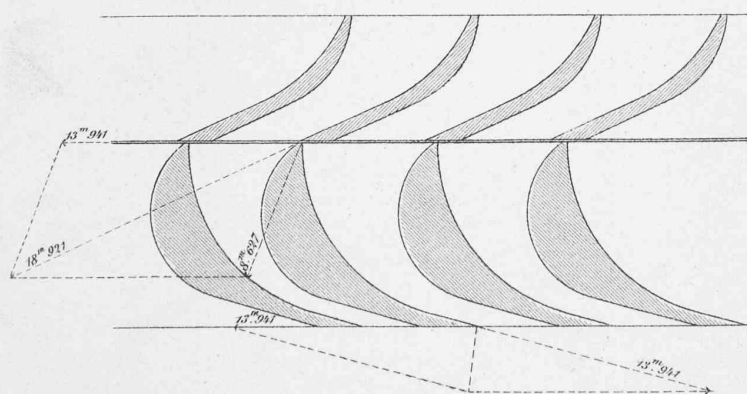
Echelle 1:15



Coupe de l'aubage

Fig. 6.

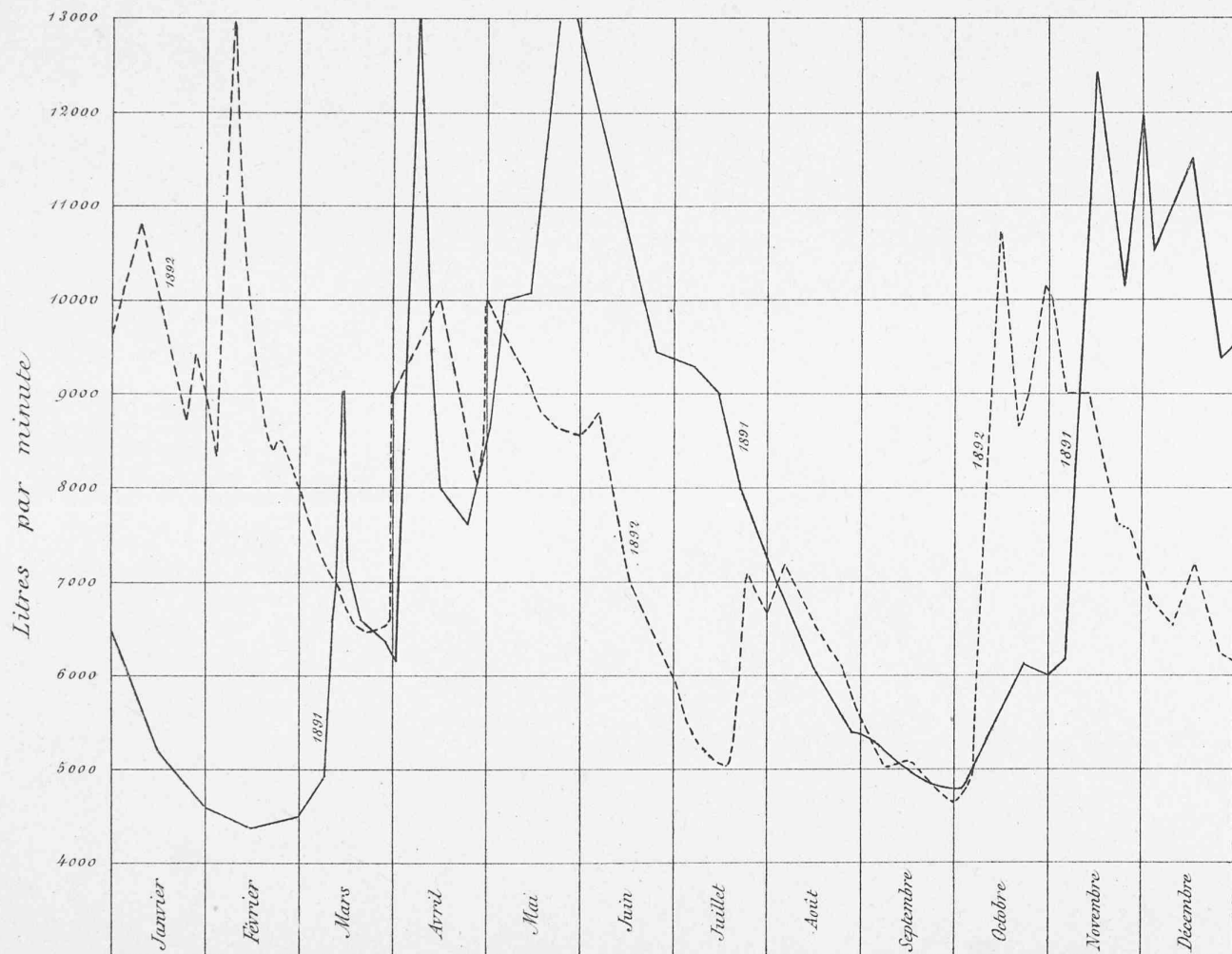
Demi - Grandeur.



Seite / page

leer / vide /
blank

Fig. 7.



Courbe de jaugeage des sources de Neuchâtel.

Seite / page

leer / vide /
blank

La hauteur d'élévation, y compris les pertes de charge, n'atteint donc que $57-13=44$ m., tandis qu'il était prévu 52 m.

Le fait provient de ce qu'il a été possible de remonter dans la galerie de la source plus loin qu'on ne le présumait.

Tous les tuyaux sont à joints de plomb, excepté ceux de la galerie où l'on a d'abord employé le joint Sonzée (anneau de caoutchouc roulé dans le gobelet), puis ensuite un simple bourrage de cordes goudronnées.

Le programme prévoyait une quantité d'eau élevée de 2400 litres (étiage de la source), à 52 m.

On a pu élever 3100 litres à 44 m. avec la turbine moyennement propre, et 3450 litres après nettoyage très soigné et dans des conditions particulièrement favorables.

Les travaux ont été commencés dans les premiers jours d'avril, en même temps que se faisaient les commandes de matériel.

Les pompes ont fonctionné dès le 1^{er} octobre.

Une des particularités de l'installation est de n'exiger à peu près aucune surveillance. Un ouvrier se rend au local des turbines deux fois par jour et son travail consiste le plus souvent à constater que tout va bien. Les paliers de la turbine n'ont besoin de soins et d'huile qu'une fois par mois; ceux des pompes ne se graissent pas du tout. Il y a lieu de croire que rien n'empêchera une marche continue de plusieurs mois sans arrêt. Jusqu'ici cette marche n'a pas été utile, les anciennes sources ayant fourni suffisamment d'eau depuis le 15 octobre. Il n'a donc été fait qu'un essai de huit jours sans arrêt.

L'entreprise complète a coûté environ 45 000 francs; chiffre peu élevé, si l'on tient compte des difficultés de transport des matériaux et spécialement du fait que sur 350 m. la conduite motrice devait passer au travers d'éboulements de rochers où il a fallu pratiquer un chemin à coups de mine. Près de la prise d'eau les tuyaux passent en outre dans un tunnel de 13 m. de longueur, à une altitude inférieure à celle de la rivière, qui plusieurs fois a inondé les travaux. La culée d'un pont en ciment a également été traversée en tunnel.

La dépense se répartit à peu près comme suit :

Conduites	Fr. 20 000
Moteur, pompes et vannes	» 9 000
Baraque.	» 2 000
Chemins et fouilles	» 4 500
Divers.	» 9 500
Total	Fr. 45 000

Le coût de cette élévation d'eau est certainement parmi les plus bas qu'on puisse trouver, à puissance égale. En comptant 56 chevaux comme force utilisée, les frais de premier établissement ressortent à 804 francs par cheval, tout compris. Les frais d'entretien annuel, intérêt, amortissement, main d'œuvre et imprévu peuvent être estimés à moins de 100 francs par cheval pour une durée de 10 ans.

Notons en passant que le débit de 3000 litres par minute ou 4320 m³ par 24 heures représente à très peu de chose près la consommation moyenne des villes de Fribourg et de Chaux-de-Fonds.

Malgré le nouvel apport d'eau, Neuchâtel n'est pas encore pourvue d'eau comme il le faudrait, car la quantité dépensée atteint 12 500 m³ par jour, ce dont il faut accuser les tarifs à

discrétion. Il se peut donc encore qu'il y ait disette d'eau à certains moments. La figure 7, qui indique le régime des sources en 1891 et 1892, prouve que même en ajoutant 2400 litres aux ordonnées on n'obtient pas toute l'année un minimum de 8000.

La situation changera quand l'importante source de Combe-Garot sera pompée à son tour, ce qui est prévu dans un délai de quatre années. A ce moment la Reuse, détournée dans les canaux en tunnel des usines en création, pourra voir son lit actuel à peu près à sec aux périodes de basses eaux. Les pompes de la Verrière pourront alors ne plus trouver les 250 litres par seconde qu'elles empruntent à la rivière. Le rôle de l'installation provisoire se trouvera terminé et cette source sera conduite à Combe-Garot, pour être élevée par les pompes définitives.

PLANCHES Nos 12 à 15.

Figure 1. Plan général de situation. A est la baraque qui contient la turbine et les pompes, B le sas où plongent les tubes aspirateurs, C la chambre de jauge de la source, D une excavation naturelle du rocher, au bord de la rivière, dans laquelle la prise d'eau est faite par un petit tunnel aboutissant dans une chambre d'eau creusée dans le rocher, E le sas d'arrivée de l'eau élevée, au raccordement de l'aqueduc et du syphon qui traverse la vallée.

F un puits aboutissant à la galerie de la source.

Le tunnel de la Verrière est à environ 1 km. du Champ-du-Moulin-dessous.

Figure 2. Ensemble de la turbine et des pompes. A est un trou d'homme, BB la sortie de l'eau par les tubes aspirateurs non dessinés.

Figures 3 et 4. Plan de la prise en rivière. Par une série d'écrans noyés on empêche l'arrivée sur la grille des corps flottants ou lourds. La chambre d'eau est couverte d'un toit non figuré sur le dessin, afin de protéger la grille contre la chute des pierres provenant des rochers qui surplombent au-dessus.

Les figures 5 et 6 sont dues à l'obligeance de MM. Fäsch et Piccard, constructeurs. Le diamètre moyen de la turbine n'est que de 250 mm. L'arbre commun passe à chaque extrémité à travers un presse-étoupe destiné à empêcher les rentrées d'air dans les tubes aspirateurs. Le corps de l'ensemble est divisé en trois pièces assemblées à brides. Les deux paliers peuvent s'enlever en quelques minutes et leur repérage est fait au moyen d'une clavette. La visite du distributeur se fait par le trou d'homme, celle des turbines en enlevant le premier coude des tubes aspirateurs.

La sortie des aubes du distributeur étant plus large que celle des aubes mobiles, ce sont celles-ci qui s'obstruent le plus facilement. La faible vitesse à la prise d'eau et le soin avec lequel elle est faite est du reste une garantie contre ces obstructions.

Figure 7. Courbe de jaugeage des sources de Neuchâtel, non compris celles de la Verrière. On remarquera la grande différence de la marche des courbes pendant les années 1891 et 1892. La première a été caractérisée par la rigueur de l'hiver 1890-1891, et par des pluies relativement abondantes au printemps et jusqu'en juillet. L'année 1892 a été particulièrement sèche, après un hiver peu rigoureux.

Le jaugeage des sources a un intérêt météorologique rétrospectif aussi grand certainement que celui de la pluie tombée et les courbes donnent une image très vivante de la pluviosité d'une année. Il serait désirable de voir se multiplier les observations de sources, parallèlement à celles des hauteurs de cours d'eau.

Neuchâtel, 1^{er} novembre 1892.

L'ASCENSEUR HYDRAULIQUE A ACTION DIRECTE

ÉTUDE DE MÉCANIQUE APPLIQUÉE

par W. GRENIER, prof.

(Extrait du recueil inaugural de l'Université de Lausanne.)

Il n'a été, croyons-nous, publié jusqu'ici aucune étude de l'ascenseur hydraulique faite au point de vue de la mécanique appliquée. Les ingénieurs appelés à établir le projet d'un appareil de ce genre procèdent d'habitude par tâtonnements plutôt qu'à l'aide de formules précises, et atteignent ainsi le but sans grande difficulté, mais non sans quelques longueurs.

Une théorie générale de l'ascenseur offre non seulement l'avantage de supprimer — ou tout au moins de limiter — les tâtonnements dans chaque cas particulier, mais aussi celui, d'un ordre plus élevé, de mettre le technicien qui la possède en mesure d'envisager la question de beaucoup plus haut et de faire d'un coup d'œil la synthèse des cas particuliers qu'offre la pratique industrielle.

C'est poussé par ces deux considérations que nous avons entrepris l'étude objet de ce mémoire et que nous en livrons les résultats à l'impression.

Nous avons cru devoir envisager la question de l'ascenseur hydraulique à action directe, une première fois abstraction faite de tout frottement, une seconde fois en tenant compte, au contraire, des frottements du piston plongeur contre sa garniture, et de la cabine — ou du plateau s'il s'agit d'un monte-charge — contre ses guides. La comparaison des résultats obtenus dans ces deux hypothèses différentes n'est pas dépourvue de tout intérêt.

I. Théorie faisant abstraction des frottements.

Nous désignerons, dans les lignes qui suivent :

- par H_0 , la charge hydraulique qui règne dans la conduite d'amenée, à l'origine du branchement, quand l'ascenseur monte avec sa vitesse normale ¹ ;
- par h_0 , la différence de niveau entre l'origine du branchement et la surface d'action de l'eau sur le piston plongeur, considéré dans sa position supérieure ;
- par H_1 la somme algébrique des quantités H_0 et h_0 ;
- par H_2 , la différence de niveau entre la surface d'action de l'eau sur le piston, considéré dans sa position inférieure, et l'orifice de décharge de l'eau expulsée du cylindre par la descente du piston ;
- par l , la course totale de la cabine — ou du plateau ;
- par Q , la charge utile maximale prévue, ou puissance de l'appareil.

¹ Cette charge, toujours inférieure à la charge statique, peut dans chaque cas se déterminer a priori avec une approximation suffisante.

Les éléments ci-dessus sont le plus habituellement fournis et imposés au constructeur par les circonstances locales.

Nous appellerons en outre :

- P le poids propre de la cabine — ou du plateau — et du piston plongeur, ou poids mort de l'appareil. Il s'agit ici du poids mort *net*, c'est-à-dire de la portion de ce poids qui n'est pas équilibrée, s'il y a des contrepoids ;
- et a , l'aire de la surface d'action de l'eau sur le piston, en projection horizontale.

Ces notations s'appliquent aussi bien au cas du piston plongeur évidé et *ouvert* à son extrémité inférieure qu'à celui du piston massif ou du moins *fermé* à sa base ; seulement, dans la première alternative, la surface d'action de l'eau se trouve située — au moins dans sa presque totalité — au haut du piston, tandis que dans la seconde elle est au bas ; on tiendra compte de cette différence à l'aide du signe attribué à la quantité h_0 .

On sait que l'avantage qu'il y a à employer comme piston un tube ouvert à sa base consiste en ce qu'il ne travaille plus à la façon d'un pilier, comme c'est le cas du piston fermé, mais constitue simplement un tube suspendu au plateau et sollicité par une pression intérieure, d'où une épaisseur passablement réduite.

Quoi qu'il en soit de ce point particulier, il existe pour tout ascenseur à action directe deux positions *critiques*, c'est-à-dire dans lesquelles le fonctionnement de l'appareil est moins assuré que dans aucune autre, et dont seules, par conséquent, il y a lieu de se préoccuper dans le calcul de celui-ci.

L'effort moteur de l'eau décroissant à mesure que sa surface d'action s'élève avec la cabine, la position critique de l'ascension sera le haut de la course ; il faut donc *assurer l'arrivée à son niveau supérieur de la cabine chargée du poids maximal prévu*.

D'autre part, la contrepression de l'eau, à la descente, croissant à mesure que sa surface d'action s'abaisse, il existe une seconde position critique de la cabine, sa position inférieure ; c'est-à-dire qu'il faut *assurer l'arrivée au bas de sa course de la cabine descendant à vide*.

Ces deux considérations nous fourniront deux équations de condition, dont il y a lieu de faire précéder l'établissement de la remarque suivante :

Dans les positions critiques, ce n'est pas l'équilibre *statique* seulement du plateau qui doit être assuré, mais bien son équilibre *dynamique*, car le plateau doit arriver aux extrémités de sa course avec une vitesse sensiblement égale à celle qu'il possédait en plein trajet.

Il faut, en d'autres termes, que même tout au haut de la course, l'équilibre de l'appareil, soulevant le maximum de poids utile, ait lieu sous l'action d'une charge hydrodynamique *inférieure* à la charge H_1 d'une quantité dont nous désignerons la valeur par h_1 , et que même tout au bas de son trajet, l'appareil, à vide, soit en équilibre sous l'action d'une contrecharge hydrodynamique *supérieure* d'une quantité h_2 à la contrepression statique due à la hauteur de l'orifice d'échappement.

Ces excédents de pression h_1 et h_2 , que nous pouvons en un certain sens appeler les *marges motrices* de l'ascenseur, représentent en réalité la charge transformée en vitesse perdue,