

Zeitschrift: Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes
Band: 22 (1896)
Heft: 5

Artikel: L'élévation d'eau de Ballaigues
Autor: Muyden, A. van
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-19349>

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: 14.03.2025

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

L'ornementation assez sommaire de 1673, avec son encadrement de toutes les arêtes en pierres de taille simulées, grises à joints blancs, pourrait, devrait même être conservée en certains endroits.

Les armoiries de la ville de Lausanne, avec leur date très positive de 1673, sont incontestablement à *maintenir*, tout en rétablissant sur le reste de l'arcade murée l'appareil simulé antérieur qui s'y trouve; on se gardera de délimiter l'endroit sur lequel sont peintes les armoiries dans un cadre rectiligne, à angles droits. Au contraire, il importe que personne ne puisse s'y tromper et que l'on voie immédiatement que ces armoiries sont les vestiges d'une décoration *plus récente* que celle remise au jour sur le reste de la paroi, et qui passe *dessous*. Dans ce but, il faudrait délimiter le fragment conservé par une ligne brisée, tout à fait irrégulière, laissant même apparaître en certains endroits, comme c'est le cas aujourd'hui, la décoration primitive qui se trouve dessous. Ce serait un moyen de rompre la monotonie de cette grande surface plane et verticale, tout en conservant deux époques intéressantes de l'histoire du monument.

La *décoration de l'abside*, nous l'avons vu (p. 304), est différente de celle du reste de l'intérieur, plus ancienne probablement. Cette décoration, avec ses rinceaux ocre-jaune-doré encadrant les petites baies, devra naturellement être rétablie; de même les peintures de la voûte, pour peu que les vestiges soient suffisants. Si c'est possible, il faudrait se borner à les maintenir tels quels, même s'ils sont incomplets, ou ne les restaurer qu'avec la plus grande prudence; une décision à cet égard ne pourra se prendre que lorsque le badigeon aura été soigneusement enlevé. Les remarques précédentes s'appliquent également aux voûtes des absidioles et à leur décoration éventuelle; jusqu'ici je n'y ai remarqué que l'appareil simulé, gris-noir et rouge, noté précédemment.

C. Mobilier.

Un mot, en terminant, sur le mobilier de l'église restaurée. Je demanderais, avant tout, le maintien et la restauration de la *chaire* actuelle, qui remonte très probablement à 1673.

Les *bancs* sont lourds, encombrants, un peu trop taillés à la hache, d'ailleurs, pour la plupart, sans style défini; leur enlèvement est donc très admissible. Si l'on ne veut pas les remplacer par de simples chaises, nous possédons dans notre pays nombre de modèles de bancs, de formes à la fois très simples et originales, qu'il suffirait de copier. Je conseillerais surtout de faire des bancs peu élevés et courts, de manière à nuire le moins possible à l'aspect intérieur. Dans son *Dictionnaire du Mobilier* (T. I, p. 33, fig. 2), Viollet-Le-Duc a donné un modèle de banc très simple et fort joli, qui se prêterait également au but proposé.

Il faut encore songer à l'*éclairage* éventuel de l'église, *de nuit*. Je demanderais de proscrire absolument les hideux becs de gaz ou becs d'électricité, tels qu'ils se voient dans nombre de nos églises restaurées. Qu'on m'entende bien: ce n'est ni le gaz, ni l'électricité que je condamne, mais les tulipes ou les globes blancs, accrochés aux murailles. Pourquoi ne pas imiter ce qui se trouvait jadis dans nos églises, pourquoi ne rétablirait-on pas à Saint-Sulpice les anciennes *couronnes de lumières*?

Ma proposition est suffisamment justifiée par la couronne de lumières, suspendue sous la voûte du clocher central de la grande église abbatiale de Cluny, dont dépendait indirectement *Saint-Sulpice*. Ces roues, couronnes ou lampiers, se faisaient d'ailleurs non seulement en cuivre, mais aussi en fer, même en bois; ce mode serait tout indiqué pour une église aussi modeste que Saint-Sulpice. Je me souviens d'avoir vu dans une très ancienne église de campagne normande (Graville-Sainte-Honorine, près Le Havre, fin onzième siècle), plusieurs de ces couronnes de lumières en bois, que l'on suspendait encore dans la nef aux jours de fête. Si des lumières isolées, sur pieds fixes, sont nécessaires, près de la chaire par exemple ou ailleurs, il existe des modèles qui seraient parfaitement appropriés à la chose.

Ce sera la tâche intéressante de l'architecte chargé de la restauration effective de l'édifice de combiner ces détails, qui ont leur grande importance pour l'aspect harmonieux de l'ensemble; il devra souvent chercher à adapter les formes anciennes à nos usages modernes.

Il n'est que temps d'arrêter ces notes, forcément provisoires et bien incomplètes. Je serais heureux qu'elles fussent de quelque utilité pratique pour la cause de la restauration, et de quelque intérêt pour ceux qui y travaillent avec tant de zèle et de persévérance. Puissent leurs efforts être couronnés de succès, car l'église de Saint-Sulpice, toute mutilée qu'elle soit, est un de nos monuments religieux les plus anciens et les plus curieux, dont la valeur s'impose.

L'ÉLEVATION D'EAU DE BALLAIGUES

par A. VAN MUYDEN, ingénieur.

(Planche 44.)

Certaines localités de montagne, privées de la ressource d'une distribution d'eau par gravitation, — c'est notamment le cas dans le massif montagneux du Jura, — peuvent être appelées à recourir à l'alternative d'une adduction par machines élévatoires. L'expérience très démonstrative fournie par la distribution d'eau de La Chaux-de-Fonds, — dont l'usine hydraulique élève un volume d'eau de cinquante litres par seconde à une hauteur de 500 mètres, sans rompre charge par une station de relai, — a résolu, à cet égard, un problème d'un grand intérêt pratique. La limite de refoulement admise par l'expérience a été, de ce fait, considérablement étendue; la hauteur n'intervient plus désormais comme un obstacle naturel, mais simplement comme un élément, important il est vrai, de la dépense.

Les travaux d'adduction de La Chaux-de-Fonds, inaugurés en 1888, ont servi de modèle à ceux, plus modestes, de Ballaigues. Les lecteurs du *Bulletin* n'ont pas oublié l'intéressante monographie de la première de ces installations, due à la plume de notre collègue, M. O. Ossent¹. Nous nous proposons, de notre côté, de donner ici une description sommaire de la seconde, en l'illustrant de quelques dessins dont le *Journal officiel de l'Exposition nationale de Genève* a bien voulu mettre les clichés à notre disposition.

¹ *Bulletin*: Année 1888, pages 78 à 84: « Les travaux d'alimentation d'eau de La Chaux-de-Fonds, par Ossent, ingénieur. »

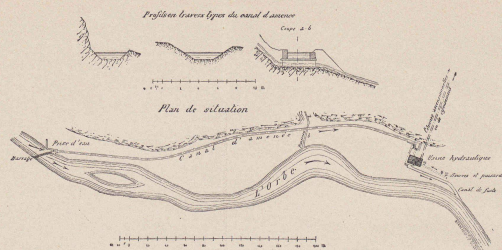


Fig. 1. — Plan général de l'établissement hydraulique sur l'Orbe.

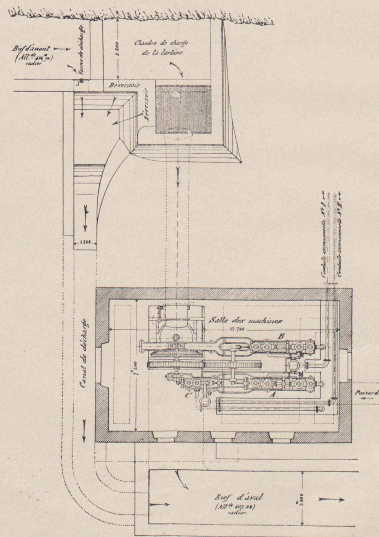


Fig. 2. — Plan de l'usine hydraulique.

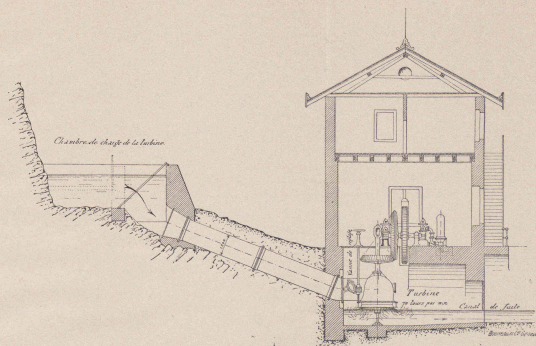


Fig. 3. — Coupe transversale par l'axe de la conduite de charge.

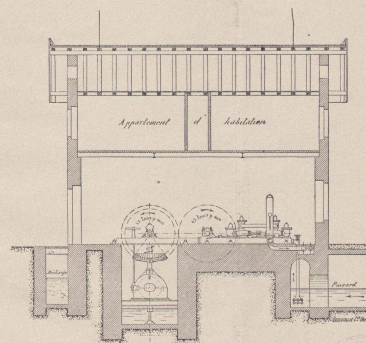


Fig. 4. — Coupe longitudinale de l'usine.

Echelle des fig. 2, 3 et 4.

Seite / page

leer / vide /
blank

Le village de Ballaigues est situé dans le Jura vaudois, sur le flanc de la vallée de l'Orbe, à trois kilomètres en aval de Vallorbes, à une altitude moyenne de 890 mètres.

Son agglomération comprend une population fixe de 650 âmes et 400 têtes de gros bétail. Station de montagne restée jusqu'ici simple et sans prétention, l'émigration estivale lui amène un flot de 500 hôtes au fort de la saison.

Le village possédait plusieurs fontaines publiques, mais les sources qui les alimentent sont instables et susceptibles d'être parfois contaminées par des infiltrations suspectes. La sécheresse de l'année 1893 avait réduit leur débit à vingt mètres cubes par jour. Il n'existe pas d'autre source à portée qui puisse être captée au-dessus du niveau, et Ballaigues souffrait du supplice de Tantale en voyant à ses pieds la belle cascade du Day.

La commune est propriétaire d'une bonne source permanente, jaugeant environ vingt litres à la seconde, soit 1700 mètres cubes par 24 heures, qui jaillit au fond de la vallée, à 260 mètres en contre-bas du niveau moyen du village. Le problème résolu à La Chaux-de-Fonds traçait tout naturellement la voie, et l'idée d'emprunter au cours d'eau de l'Orbe une force motrice capable d'élever le produit de cette source au-dessus du village s'est présentée à l'esprit de deux hommes d'initiative, M. le syndic Leresche et M. Jean Leresche.

Jugé d'abord téméraire et hors de proportion avec les forces locales, le projet a néanmoins été réalisé, grâce à la volonté tenace des promoteurs et à leur entente des affaires, qui ont triomphé des résistances et résolu les difficultés d'exécution. Aujourd'hui, deux réservoirs, dominant le niveau moyen du village de 45 et de 127 mètres, alimentent : le premier, le village, le second un hameau supérieur de la commune, — et une distribution prodigue justifie enfin le nom de *Ballaigues*, qui signifie *belle eau* (bella aqua).

L'exploitation a été inaugurée au mois de juillet 1895, en même temps que s'ouvrait un nouvel et grand hôtel, confortablement aménagé, de bon augure pour l'essor que la station de montagne est appelée à prendre désormais.

L'auteur de cette note a assisté la municipalité en qualité d'ingénieur-conseil.

Les travaux de construction ont été donnés à l'entreprise et divisés en cinq lots, savoir :

Premier lot : Barrage, canal de dérivation amenant l'eau motrice à l'usine et chambre de charge de la turbine.

Second lot : Bâtiment de l'usine hydraulique sur l'Orbe, massifs de fondation des machines, captage de la source et puisard des pompes.

Troisième lot : Installations mécaniques de l'usine hydraulique (turbine et pompes).

Quatrième lot : Deux colonnes ascensionnelles, refoulant l'eau aux deux réservoirs et appareillage des réservoirs, réseau de distribution, bouches à eau d'incendie, branchements de concessions, etc.

Cinquième lot : Réservoirs de Ballaigues et de Granges.

L'installation mécanique de l'usine hydraulique, formant le troisième lot (turbine et pompes), a été confiée à la maison J. Duvillard, de Lausanne, à la suite d'un concours ouvert entre trois maisons de construction de machines. Le cinquième

lot (réservoirs) a été adjugé à M. Caretti, entrepreneur de maçonnerie à Vallorbes, et les lots premier, second et quatrième, à M. Jean Leresche, entrepreneur, à Ballaigues.

La dépense d'établissement des ouvrages s'est élevée à environ 125 000 francs.

Le marché relatif à l'installation mécanique imposait au constructeur les conditions suivantes :

La turbine développera une force de 120 chevaux au minimum sous une chute de 7 mètres, avec une dépense d'eau de 1800 litres à la seconde (rendement de 72 %). Un premier groupe de pompes sera capable de refouler un volume d'eau de 17 litres à la seconde par une colonne ascensionnelle de 326 mètres de hauteur, de 150 millimètres de diamètre et de 1350 mètres de longueur. Un second groupe, un volume de 2 litres à la seconde par une conduite ascensionnelle de 410 mètres de hauteur, de 65 millimètres de diamètre et de 1950 mètres de longueur.

La turbine, du type Girard à axe vertical, donne 70 révolutions par minute; l'arbre attaque, par l'intermédiaire d'un train d'engrenages à 45 révolutions par minute, deux groupes de pompes formant deux services distincts. Le premier groupe est constitué par deux pompes conjuguées doubles à simple effet; le second groupe est constitué par une pompe unique à double effet, à piston différentiel.

Les deux colonnes ascensionnelles ont leurs sections inférieures en tuyaux de tôle d'acier, soudés par recouvrement, assemblés par des brides à encastrement; les sections supérieures sont en tuyaux de fonte. La première colonne se déverse dans un réservoir de 550 mètres cubes de capacité d'emmagasinement; la seconde dans une bache en maçonnerie de huit mètres cubes de capacité. Un tuyau, branché sur la seconde colonne et débouchant dans le réservoir inférieur, permet, au besoin, à la seconde colonne de faire le service de secours du réseau inférieur, en cas d'accident à la première colonne.

L'usine hydraulique a été disposée en prévision de l'établissement ultérieur éventuel d'un service électrique complet pour l'éclairage des hôtels et du village.

Le réseau de distribution principal (bas service) actionne une turbine secondaire de dix chevaux, affectée à divers emplois (machine à battre, etc.).

Ventes d'eau.

Bas service. Village de Ballaigues. — La délivrance de l'eau aux particuliers a lieu à la jauge ou par compteur. L'abonné à la jauge paie 25 francs par an pour un volume de deux litres à la minute, soit trois mètres cubes environ par 24 heures, et dix francs par litre à la minute en sus de deux litres. L'abonné au compteur paie 30 francs par an pour un volume annuel de 300 mètres cubes; les redevances supérieures sont de 50 francs pour un volume de 300 à 600 mètres cubes; de 70 francs pour 600 à 1000 mètres cubes; de 85 francs pour 1000 à 1500 mètres; de 95 francs pour 1500 à 2000 mètres, et de 25 francs par mille mètres cubes en sus de 2000.

Haut service. Hameau de Granges. — Les abonnés paient 20 francs par an pour un volume de 3 1/2 litres à la minute desservi à la jauge.

Les hôtels et pensions d'étrangers, — qui profitent dans une mesure toute spéciale de la distribution sous pression, — paient, en outre, une surtaxe représentée par une cotisation annuelle fixe de 0 fr. 50 par pièce (pièces de service non comprises).

Essais de réception.

La constatation du volume d'eau monté a été faite contradictoirement le 5 juin 1895; elle a donné les résultats suivants :

Colonnes ascensionnelles	Volumes d'eau élevés par seconde	
	Observés.	Garantis.
Première colonne	21 ¹ / ₆	17 ¹ / ₂
Seconde colonne	2,3	2

Le Nombre de révolutions de l'arbre de commande des pompes a été de 44 par minute au cours de l'essai.

Le constructeur garantissant pour la turbine une force de 120 chevaux sous une chute de 7 mètres, la chute réelle, qui est de 7^m30, porte la force à engendrer à 125 chevaux.

La comparaison des chiffres ci-dessus indiquait d'emblée un excédent de force très rassurant.

La municipalité avait néanmoins songé à soumettre la turbine à un essai au frein de Prony; elle y a renoncé en raison des frais qui, dans le cas particulier, auraient été très élevés; il fallait enlever l'une des roues dentées et la remplacer par une poulie de frein de deux mètres de diamètre et du poids d'environ mille kilogrammes, tournant à 45 tours. Le matériel en location et le matériel neuf, le transport, le montage et le démontage auraient à eux seuls coûté environ 900 fr.. D'ailleurs cette expérience ne présentait guère qu'un intérêt théorique en présence des conclusions suffisamment précises qu'il était aisé de dégager des résultats fournis par le travail ascensionnel de l'eau.

Voici le détail du calcul :

Premier groupe de pompes.

Seuil du réservoir, altitude	935 ^m 00
Aspiration, altitude.	609 ^m 00
Différence de niveau	326 ^m 00
Hauteur d'eau dans le réservoir	4 ^m 00
Hauteur absolue utile.	330 ^m 00
Perte de charge due à la colonne ascensionnelle, correspondant au débit de 21,6 litres par seconde; tuyaux neufs de 150 mm. de diamètre, supposés vierges de tout obstacle (cailloux, etc.); longueur, 1350 m. $\times$ 0,013 =	17 ^m 50
Hauteur virtuelle totale.	347 ^m 50
Travail fourni par le premier groupe :	

$$347^m50 \times 21,6 \text{ litres} = 7506 \text{ kgm.}$$

Second groupe de pompes.

Hauteur absolue utile.	410 ^m 00
Perte de charge	21 ^m 50
Hauteur virtuelle totale.	431 ^m 50

Travail fourni par le second groupe :

$$431^m50 \times 2,3 = 992 \text{ kgm.}$$

Soit, pour les deux groupes de pompes :

$$7506 + 992 = 8498 \text{ kgm.}$$

$$\text{correspondant à } \frac{8498}{75} = 113,2 \text{ HP. en eau montée.}$$

Rendement.

Le rendement total comprend trois éléments, savoir :

- 1° Le travail rendu par l'arbre de la turbine;
- 2° Le rendement des deux paires d'engrenages;
- 3° Le rendement des pompes.

Le travail utile de bonnes pompes à haute pression peut être évalué à 80 %, et celui des deux paires d'engrenages à 95 %. Dans ces conditions, le travail fourni par la turbine à son arbre est de :

$$\frac{113,2 \text{ HP}}{0,80 \times 0,95} = 149 \text{ HP.}$$

La turbine rend, en conséquence, au delà de la force garantie qui, pour la chute de 7^m30, est de 125 HP. L'excédent est de 24 HP.

Ajoutons en terminant que l'installation mécanique de l'usine, telle qu'elle a été conçue et exécutée, fait honneur à la maison Duvillard et à son habile ingénieur, M. J. Michaud.

COUT DE LA FORCE MOTRICE

PAR MOTEUR A VAPEUR ¹

(Suite.)

Le tableau publié sous ce titre dans la première livraison de cette année s'applique à des forces à créer de 100 à 700 HP, et à l'alternative d'une marche à pleine charge de dix heures par jour ouvrable, soit 3000 heures de plein service par an.

On nous a prié de développer ce tableau en appliquant les mêmes bases à diverses utilisations horaires et en faisant ressortir le prix de revient du cheval-heure dans ces conditions.

Le barème ci-après a été établi en supposant que le taux de l'amortissement soit indépendant du nombre d'heures de service et que les autres éléments varient proportionnellement au nombre d'heures de service. Cette évaluation n'est pas rigoureusement exacte dans les détails; mais, en présence d'un cas concret, il sera facile de modifier quelque peu certains chiffres pour les mettre au point.

Sous cette forme, le barème fait ressortir approximativement la variation du prix de revient de l'heure-cheval, en fonction de la puissance du moteur d'une part et du nombre d'heures de service d'autre part. Ainsi, l'heure-cheval, qui coûterait 8,8 c. avec un moteur de 100 HP marchant à pleine charge cinq heures par jour ouvrable, tomberait à 3,8 c. avec le moteur de 700 HP marchant pendant quinze heures par jour ouvrable, et à 3,37 c. avec le moteur de 700 HP marchant en moyenne 22 heures par jour pendant 365 jours par an.

Pour l'intelligence des données, le lecteur est prié de vouloir bien se reporter à notre précédente note.

A. v. M.

¹ Voir *Bulletin*, année 1896, n° 1-2.