Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 28 (1902)
Heft: 13

Artikel: Forces motrices du lac Tanay: la plus haute chute d'eau du monde
Autor: Boucher, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-22862

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: 13.07.2025

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

28me Année. 5 Juillet 1902. N° 13.

Bulletin technique de la Suisse romande

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET ARCHITECTES. — Paraissant deux fois par mois.

Rédacteur en chef : M. P. HOFFET, professeur à l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.

SOMMAIRE : *Forces motrices du lac Tanay*, par M. A. Boucher, ingénieur, Prilly. — *L'adduction des Eaux du Pays-d'Enhaut de Sonzier sur Montreux à Lausanne* (suite), par M. F. Rochat-Mercier, ingénieur, Lausanne. — *Nouvelle gare aux marchandises de Bel-Air, à Lausanne. Epreuve de résistance à la trépidation et à la flexion*, par M. H. L. — **Divers :** Genève. Concours pour l'élaboration d'un plan de rectification, d'embellissement et d'assainissement de la ville de Genève. — La déformation élastique des solides. — Concours pour le nouveau Collège de la Tour-de-Peilz.

FORCES MOTRICES DU LAC TANAY

La plus haute chute d'eau du monde.

Cette installation qui vient d'être inaugurée constitue la plus haute chute actuellement utilisée dans le monde entier. Il y a *950 mètres* de différence de niveau entre la prise d'eau et l'évacuation des turbines. La chute effective est de *920 mètres*. C'est environ 50 % de plus que les plus hautes chutes installées antérieurement, chutes qui se trouvent à Chapareillan entre Chambey et Grenoble et à Gurtenellen, près du St-Gothard. Ces dernières laissent déjà assez loin derrière elles les plus hautes chutes américaines qui ne dépassent pas 500 mètres.

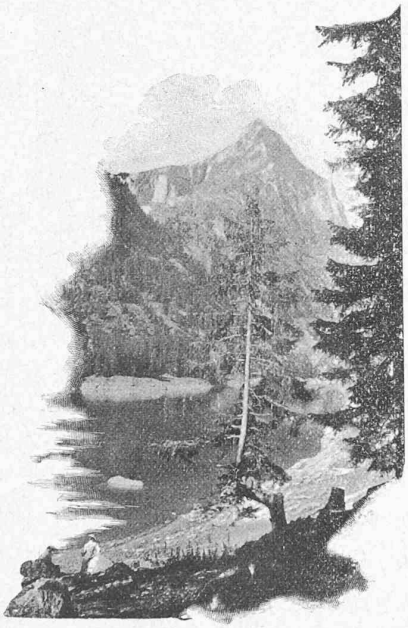

Fig. 1. — Le lac Tanay.

La force motrice du lac Tanay est intéressante non seulement par sa hauteur extraordinaire mais encore par sa puissance.

Avant d'indiquer celle-ci, il est utile d'ouvrir une parenthèse pour déterminer ce qu'il faut entendre par puissance d'une chute provenant d'un lac.

Lorsqu'il s'agit d'eaux courantes, ruisseaux ou rivières, on ne peut utiliser pour des services publics, force et lumière, qu'un volume d'eau correspondant aux débits en basses eaux. Ces débits, dans les Alpes, sont à peine le quart du débit moyen. De plus, la consommation varie beaucoup d'une heure à l'autre, la moyenne est le plus souvent inférieure au quarante pour cent du maximum. On n'utilise donc que moins du quarante pour cent du quart de l'eau, soit moins d'un dixième.

Au contraire, lorsque les eaux peuvent être emmagasinées totalement dans un lac, l'utilisation peut devenir intégrale, c'est-à-dire au moins dix fois meilleure.

Quand il s'agit d'eaux courantes, on peut indiquer la puissance d'une chute sans s'inquiéter du nombre d'heures d'utilisation annuelle.

Quand on veut estimer la puissance d'une eau dormante, il convient au contraire d'indiquer le nombre d'heures d'utilisation annuelle.

Il y a les chevaux de mille heures par an qui sont affectés principalement aux services d'éclairage.

Il y a les chevaux de 3000 heures par an qui sont ceux principalement affectés aux distributions de force.

Il y a enfin les chevaux de 2000 heures qui représentent la consommation moyenne d'un réseau mixte de force et de lumière.

Ceci posé, étudions la puissance du lac Tanay.

La surface du bassin hydrographique est de 7 $^1/_2$ kilomètres carrés. Il suffit d'une hauteur pluviométrique annuelle de $1^m,60$ pour que ce bassin reçoive douze millions de mètres cubes d'eau par an. En réalité, dans cette région il pleut ou neige davantage, mais nous nous en tiendrons à ces chiffres pour tenir compte des évaporations, quoique celles-ci soient souvent compensées par les condensations occultes non enregistrées par les pluviomètres.

Avec une chute de 920 mètres et un rendement de 75 % aux turbines, chaque litre-seconde donne 9,2 chevaux, pour tenir compte des pertes de charges nous ne compterons que 9 chevaux.

Un cheval-heure consomme donc 400 litres.

C'est-à-dire que le bassin du lac Tanay reçoit assez d'eau pour donner 30 millions de chevaux-heure par an, soit :

	30,000	chevaux de	1000 heures par an
ou	15,000	»	2000 »
ou	10,000	»	3000 »

Mais pour cela il faut deux conditions : la *capacité* et l'*étanchéité*.

La capacité ne saurait être mise en doute ; des courbes de niveau ont été établies et le volume du magasin se

trouve être de plus du quart du volume d'eau annuel, ce qui est largement suffisant.

La question de l'étanchéité est beaucoup plus délicate.

Nous connaissons un orifice de sortie, mais il est impossible d'affirmer qu'il n'y en ait pas d'autres.

Heureusement que si ceux-ci existent, le calcul montre que leurs débits sont de beaucoup inférieurs au débit de l'exutoire connu.

En effet, à la cote 1395, cinq mètres au-dessus du niveau de la prise, il y a une crevasse qui, sous une charge de cinq mètres, débite environ 200 litres par seconde.

La hauteur moyenne du lac étant 1410 la charge moyenne est de 15 mètres et le débit moyen est par conséquent

$$200 \times \sqrt{3} = 346$$

litres par seconde.

Cette crevasse se trouve dans la roche vive. Il est facile de l'étancher ou de capter ses eaux. Une fois cela fait, on dispose donc de 346 litres par seconde soit 10,916,060 mètres cubes par an.

C'est-à-dire que si cet exutoire connu et réglable n'est pas unique, tous les autres réunis n'occasionneraient que des fuites inférieures au dixième du total.

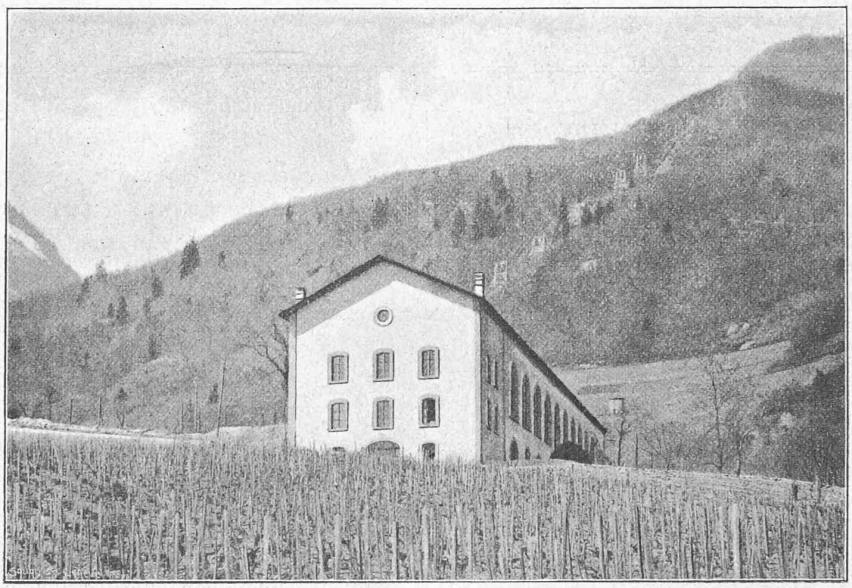

Fig. 2. — Vue générale de l'installation.

On ne fait donc pas une erreur de plus de 10 % en disant que la puissance du lac est de 30 millions de chevaux-heure par an.

Elle équivaut, pour un service de lumière, à une chute d'eau courante de *trente mille* chevaux, et pour un service mixte de distribution de force et de lumière à une chute d'eau courante de *quinze mille* chevaux.

Le lac Tanay a son fond à une altitude de 1380 mètres, la prise d'eau est 10 mètres plus haut et le plus haut niveau prévu par les conventions est de 26 mètres au-dessus de la prise, soit à la cote 1416, niveau légèrement inférieur à celui qu'il atteignait souvent avant la création des ouvrages.

Ce lac se trouve à environ 3 kilomètres du Rhône, sur sa rive gauche, et à environ 5 kilomètres de son entrée dans le Léman (fig. 1 et 3).

L'usine qui utilise ses eaux se trouve en amont du village de Vouvry qui lui-même est à 1 kilomètre environ du Rhône (fig. 2 et 4).

Cette usine transforme l'eau à haute pression en force motrice et celle-ci en courant alternatif monophasé à 5000 volts qui est distribué sur le réseau de la Société des For-

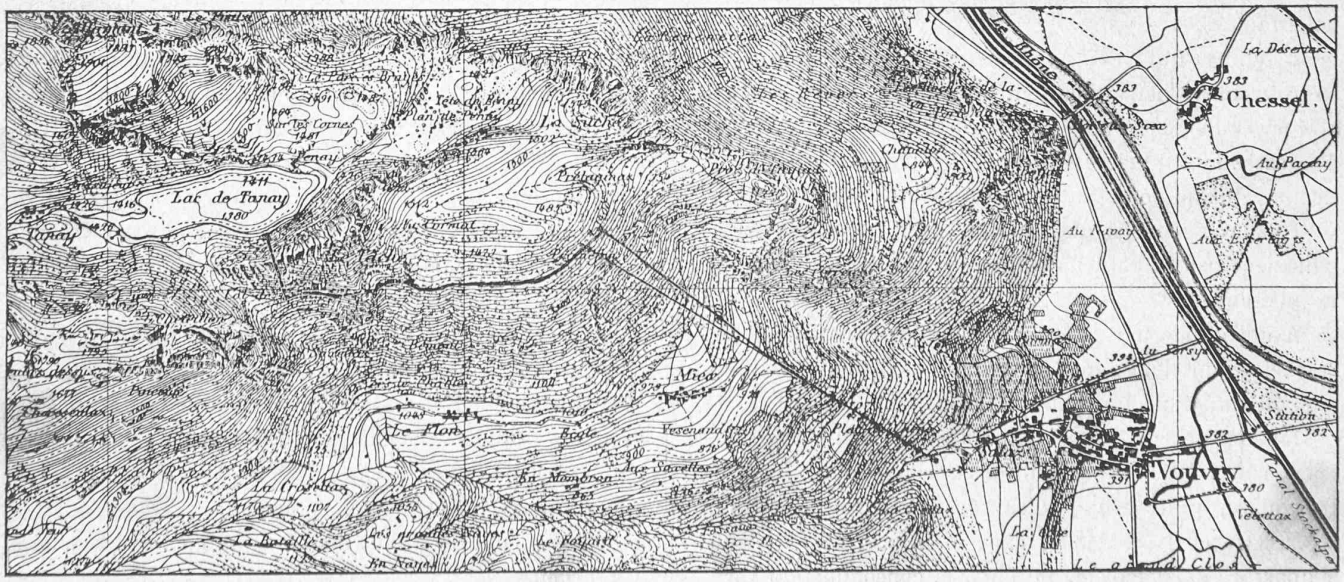

Fig. 3. — Plan général de l'installation.

Carte reproduite avec autorisation du Bureau topographique fédéral.

ces motrices de la Grande-Eau. Cette Société possède déjà une autre usine située sur la rivière la Grande-Eau à 10 kilomètres de Vouvry, de l'autre côté de la vallée du Rhône. Au moyen d'une chute de 200 mètres, elle dis-

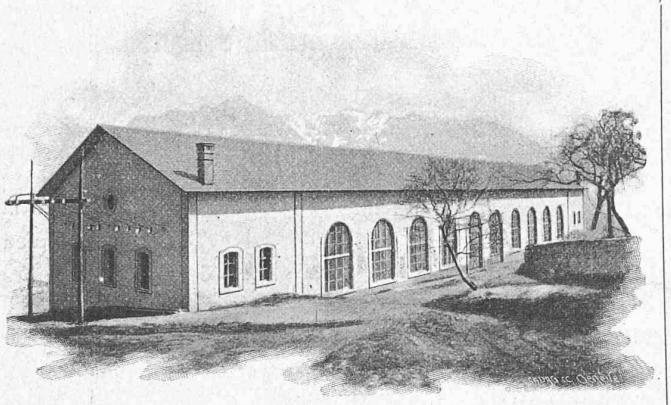

Fig. 4. — L'Usine de Vouvry.

tribue la force et la lumière sur un réseau très étendu qui va de Clarens à Ollon et des Ormonts à la frontière française. En hiver les eaux de la Grande-Eau baissant beaucoup, on est arrivé à l'extrême limite de leur utilisation, c'est ce qui a motivé la création de l'usine de Vouvry.

Les alternateurs des deux usines étant de même voltage et de même périodicité on les met en phase sur le même réseau.

Cet accouplement des usines donne non seulement une très grande sécurité au service, mais crée une puissance beaucoup plus considérable que la somme des puissances des usines isolées.

En effet, l'usine de la Grande-Eau seule ne peut pas utiliser plus que le dixième de l'eau de la rivière, comme nous l'avons vu plus haut. Reliée à l'autre elle peut, pendant la plus grande partie de l'année, utiliser un volume d'eau beaucoup plus grand que celui de l'étiage, parce que dès qu'elle en manque les puissantes réserves du lac Tanay viennent à son secours.

Nous allons maintenant examiner successivement les différentes parties des installations en suivant le cours de l'eau.

Prise d'eau. — Au bord du lac se trouve un puits de prise d'eau. L'orifice a été placé assez haut pour n'être jamais atteint par les hautes eaux même en temps de crues anormales. Ce puits a 30 mètres de profondeur, il est divisé en deux parties par une cloison verticale en tôles perforées.

Le compartiment amont est lui-même subdivisé en deux parties inégales par un plancher horizontal en fer et ciment qui se trouve à deux mètres au-dessus de son fond.

Immédiatement au-dessus de ce plancher se trouve une galerie horizontale qui va vers le lac, mais n'y débouche pas actuellement, il reste une épaisseur de sept mètres de rocher à percer.

Dans le compartiment amont inférieur débouche une crevasse naturelle qui est en communication directe avec le lac et donne en temps de basses eaux 200 litres par seconde, quantité plus que suffisante pour longtemps. Quand les besoins s'en feront sentir, on profitera d'une période de basses eaux pour pousser davantage la galerie inachevée qui va au lac, et on la terminera soit en l'allongeant par l'extérieur, soit en faisant sauter d'un seul coup le culot qui restera, ce qui est très faisable étant donné qu'il s'agit d'une roche compacte ayant une paroi presque verticale du côté de l'eau.

Le compartiment amont du puits reçoit la tête d'un tunnel à faible pente dont la déviation est à peu près normale au grand axe du lac.

Cette tête de tunnel est fermée par une maçonnerie armée de poutrelles en fer et traversée par cinq tuyaux.

Le premier, le plus élevé est un trou d'homme de $0^m,80$ de diamètre, muni d'un bouclier d'étanche.

Un peu en dessous un tuyau en fer de $0^m,10$ de diamètre seulement est muni d'un robinet-vanne, son usage sera expliqué plus loin.

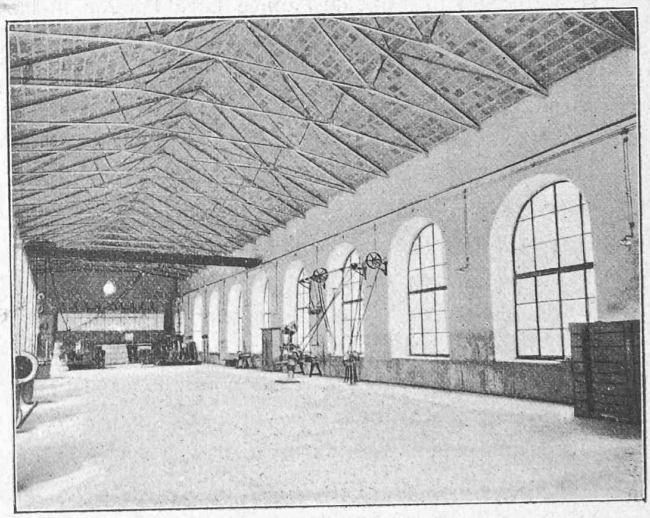

Fig. 5. — Vue intérieure de l'Usine.

Enfin vers le fond se trouvent trois tuyaux en fonte de $0^m,40$ terminés chacun du côté du puits par un ajutage en forme de pipe. Au-dessus de chacune de ces pipes un bouchon conique en fonte est suspendu au moyen d'une chaîne. Il suffit de mollir les chaînes pour que les bouchons s'appliquent sur les pipes et que l'eau du puits ne puisse plus pénétrer dans le tunnel.

Quand le lac est haut il faudrait faire un effort de plus de trois tonnes sur chaque chaîne pour lever son bouchon s'il n'y avait pas de contre-pression. C'est à l'établissement de cette contre-pression qu'est destiné le petit tuyau de $0^m,10$ qui fonctionne avec sa vanne comme by-pass.

Le tunnel qui suit le puits a une longueur de 300 mètres et une section de trois mètres carrés ; quoiqu'il soit entièrement dans une roche très compacte il est cimenté. Il y a deux mètres de différence de niveau entre son amont et son aval et il débouche au midi de l'arête rocheuse qui sépare la vallée de Tanay de la vallée du Fosseau.

A 30 mètres à l'amont de l'aval de ce premier tunnel débouche un deuxième tunnel de 100 mètres de longueur, les axes des deux galeries étant sensiblement à angle droit, la seconde se dirigeant vers l'est.

Un peu en amont du point d'intersection des deux galeries se trouve un nouveau bouchon en fer et ciment traversé par un tuyau de trou d'homme, deux tuyaux de $0^m,40$ munis de vannes à flotteur et un tuyau de même calibre muni d'une vanne de purge.

Un peu à l'aval de l'intersection des deux galeries il y a un petit mur-barrage formant retenue d'eau. Dès que les turbines fonctionnent il y a appel d'eau par le tunnel n° 2, le plan d'eau baisse, les flotteurs des vannes suivent le mouvement et celles-ci débitent. Dès que l'usine ne demande plus d'eau les flotteurs remontent et l'écoulement de l'eau cesse.

Veut-on à un moment de l'année faire baisser le lac pour ne pas dépasser la hauteur d'eau convenue, on charge les contrepoids des flotteurs, et si cela ne suffit pas on ouvre la vanne de purge. Le trop-plein s'écoule alors par l'extrémité aval de la galerie n° 1.

Canalisations. La tête aval du tunnel n° 2 est maçonnée, munie d'une petite vanne de purge et d'un tuyau en tôle de $0^m,80$ et de 100 mètres de longueur; une troisième galerie cimentée comme les deux précédentes a 300 mètres de longueur. A son extrémité aval l'eau passe de nouveau dans un tuyau en tôle de $0^m,80$ qui a 1200 mètres de longueur. Cette canalisation en tôle ne présente rien de spécial, elle a une pente moyenne de 0,5 % et repose sur une plateforme de trois mètres de largeur, munie d'un mur sec d'un mètre de hauteur.

Cette plateforme est remblayée d'une couche de terre de deux mètres de hauteur afin que partout il y ait au moins un mètre d'épaisseur de matériaux mauvais conducteurs de la chaleur au-dessus de la canalisation.

Ce mode de faire a un double but, préserver la conduite des chutes de rochers et la mettre à l'abri des fluctuations de température. Il arrivera en hiver qu'il y aura des jours ou seulement des heures pendant lesquelles l'usine ne consommera rien; l'eau étant immobile il faut la préserver du gel.

L'extrémité aval de cette conduite de $0^m,80$ entre dans une cave voûtée et se termine par une pièce à trois tubulures de $0^m,50$ de diamètre.

Deux de ces tubulures sont fermées par des joints pleins et ne seront utilisées que plus tard, quand la demande du réseau l'exigera, la troisième tubulure sert de départ à la canalisation qui descend à l'usine.

(A suivre).

L'adduction des Eaux du Pays-d'Enhaut de Sonzier sur Montreux à Lausanne.

(Suite)[1].

II. Les Travaux.

L'adjudication donnée à l'entreprise Guggenbühl et Müller, suivant soumission à série de prix, comprenait la réception des fontes aux usines, leur transport à pied d'œuvre dès les gares de livraison situées sur le parcours Chexbres-Lausanne et Lausanne-Montreux, les travaux de terrassements et de pose de Sonzier à Lausanne (place de l'Ours) sur une longueur de 28,500 m. ainsi que l'établissement des conduites accessoires et de tous les ouvrages d'art, tels que chambre de réception à Sonzier, chambres de jauge et de vannes, passerelles, galeries souterraines, murs de protection et massifs divers ; à l'exception des trois grandes passerelles à longue portée franchissant les gorges profondes de la Baie de Clarens, de la Veveyse et de la Paudèze qui furent adjugées à MM. de Vallière et fils, ingénieurs à Lausanne, et construites en béton armé selon leur système breveté.

L'entreprise fut chargée, en outre, de la commande de toutes les fontes ainsi que de leur réception à titre d'agent responsable vis-à-vis de la Commune de Lausanne qui de son côté effectua à MM. Francillon et Cie le paiement des fournitures.

Lors du décompte général il fut dressé inventaire des fontes fournies et payées, des fontes posées et des fontes intactes restant en réserve. La différence, comprenant les pièces avariées, cassées ou manquant, fut portée en déduction à l'entreprise.

Cette dernière eut encore à charge d'indemniser les propriétaires et les tiers pour tous dommages causés par les travaux aux cultures et aux ouvrages existants ; elle fut tenue de pourvoir à ses frais aux chemins d'accès pour le transport des fontes et s'engageait à garder la responsabilité entière de tous ses travaux pendant une année après leur réception provisoire.

La commune prit à sa charge uniquement l'obtention du droit de passage pour la canalisation et l'achat des terrains pour l'implantation des chambres.

Ces renseignements, ainsi que quelques autres qui suivront, sont indispensables pour l'explication des prix de revient qui seront donnés plus loin.

Les fontes furent toutes voiturées à pied d'œuvre sur le tracé même de la conduite le long duquel, après transport et repérage des piquets, une équipe aménageait à

[1] Voir N° du 20 juin 1902, page 149.