Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 30 (1904)

Heft: 19

Artikel: Les installations de la Compagnie vaudoise des forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe (suite)

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-24146

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: 15.07.2025

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

30me Année. 10 octobre 1904. N° 19.

Bulletin technique de la Suisse romande

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

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

Secrétaire de la Rédaction : M. F. GILLIARD, ingénieur.

SOMMAIRE : *Les installations de la Compagnie vaudoise des forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe* (suite), par M. C.-H. Perrin, ingénieur. Planche 17. — *Alcool industriel. Etat actuel de la question de son utilisation pour l'éclairage et la production de force motrice* (suite), par M. Octave Rochat, ingénieur, à Lausanne. — *Société technique suisse de l'industrie du gaz et des eaux. Les Services industriels de Lausanne et le Service du gaz, communication de M.* Louis Chavannes, *ingénieur, à la XXXIe assemblée annuelle, le 25 septembre 1904, à Lausanne.* Planche 18. — **Divers** : *Correspondance.* — *Sociétés* : Société technique suisse de l'industrie du gaz et des eaux. Assemblée générale du 25 septembre 1904, à Lausanne. — *Concours* : Bâtiment scolaire, à Nyon. Rapport du jury. — Banque populaire tessinoise, à Bellinzone. — Bâtiment pour la Bourse, à Bâle. — A³. E². I. L. Offre et demandes d'emploi.

Les installations de la Compagnie vaudoise des forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe.

(Suite)[1].

4. **Chambre de mise en charge.** — Le tunnel d'amenée débouche dans la chambre d'eau, située au Crêt des Alouettes. Cet ouvrage, représenté dans la figure 12, est construit au flanc de la paroi rocheuse de la colline.

L'eau arrive dans une chambre, dont deux côtés forment un déversoir, d'une longueur de 13 m. environ; sous une faible vitesse, l'eau accède ainsi dans une galerie excentrique, d'où partent les deux conduites de décharge.

En outre, la première chambre s'ouvre latéralement sur un bassin rectangulaire, d'où l'eau motrice s'écoule dans les conduites sous pression; une vanne permet d'en régler le débit.

Toute l'installation est prévue de telle façon qu'en

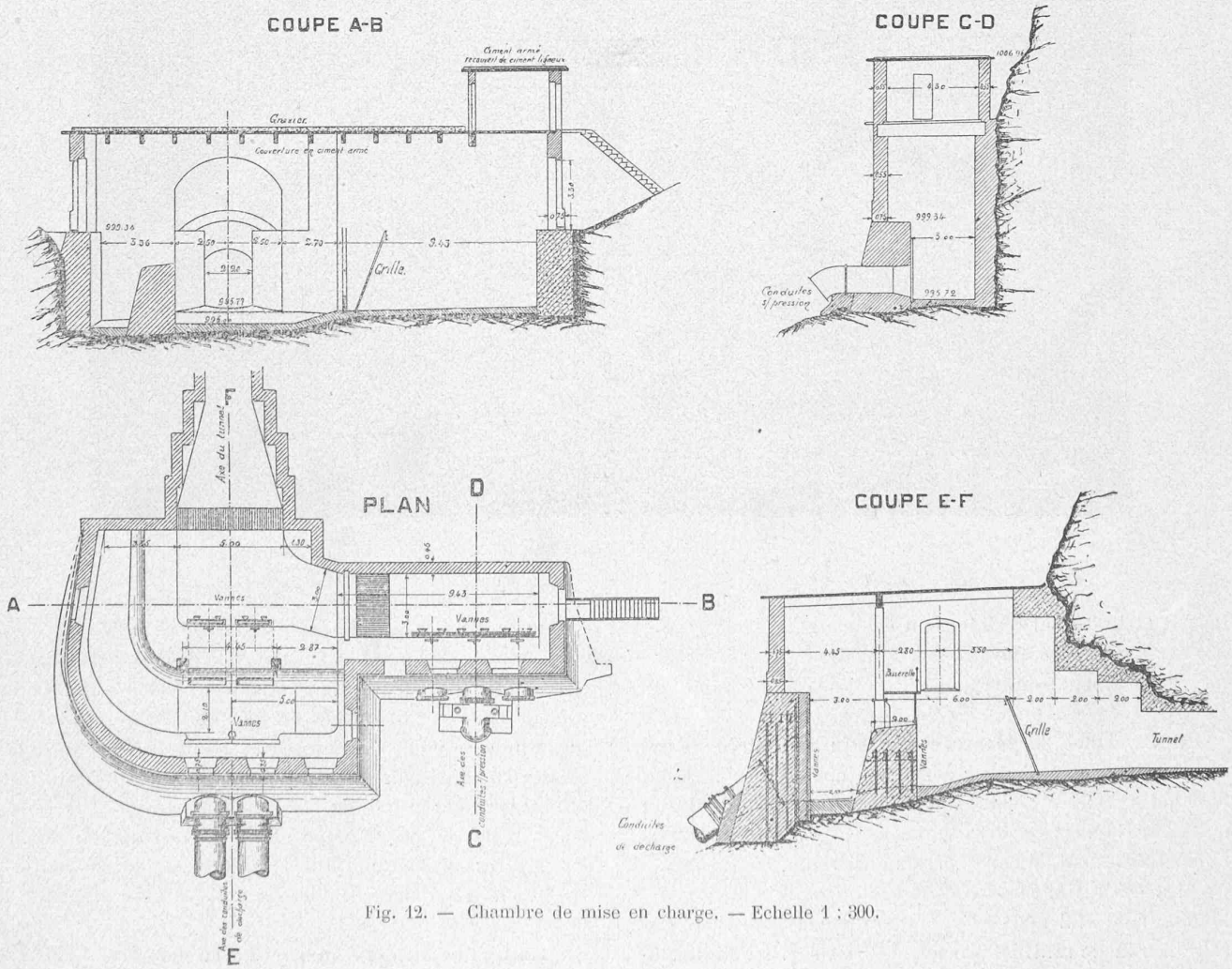


Fig. 12. — Chambre de mise en charge. — Echelle 1 : 300.

[1] Voir N° du 25 septembre 1904, page 329.

supprimant l'arrivée dans les conduites motrices, le débit total de 20 m³ puisse s'écouler librement et trouve un facile accès aux conduites de décharge.

La chambre d'eau est établie pour trois conduites sous pression, dont une seule est posée en première période.

Le château d'eau est recouvert par une toiture en ciment armé. Il est surmonté d'une chambre, destinée au gardien chargé de la manœuvre des vannes ; la chambre d'eau est reliée téléphoniquement à l'usine et à la prise d'eau.

La chambre d'eau a été construite par MM. Koller et Griffey, entrepreneurs des travaux hydrauliques. C'est la même entreprise qui a construit la prise d'eau du lac Brenet et le tunnel d'adduction des eaux.

Par contre, les travaux des entonnoirs ont été effectués directement, en régie, par la Compagnie vaudoise.

5. **Conduites de décharge et bassin de rentrée.** — Ces conduites doivent pouvoir évacuer à elles seules le débit maximum de 20 m³ à la seconde, prévu pour le tunnel, afin d'assurer le service de régularisation des eaux des lacs indépendamment de l'entreprise industrielle.

Il a été installé deux conduites, ayant chacune une longueur de 722 mètres, mesurée entre la chambre d'eau et le bassin de rentrée de l'eau dans l'Orbe. La chute statique entre ces deux points est de 240 mètres environ.

Le diamètre intérieur des conduites est de 0m,850 sur toute leur longueur, à l'exception des 100 premiers mètres. Ce tronçon supérieur est conique et se raccorde à la chambre d'eau sous un diamètre de 1m,400.

Ces dimensions correspondent à un débit d'environ 10 m³ par conduite.

La charge statique est absorbée par les pertes de charge, soit par les frottements dans les tuyaux, et par la vitesse de l'eau à sa sortie des conduites.

Les conduites de décharge ont été exécutées et posées par les Ateliers de constructions mécaniques de Vevey.

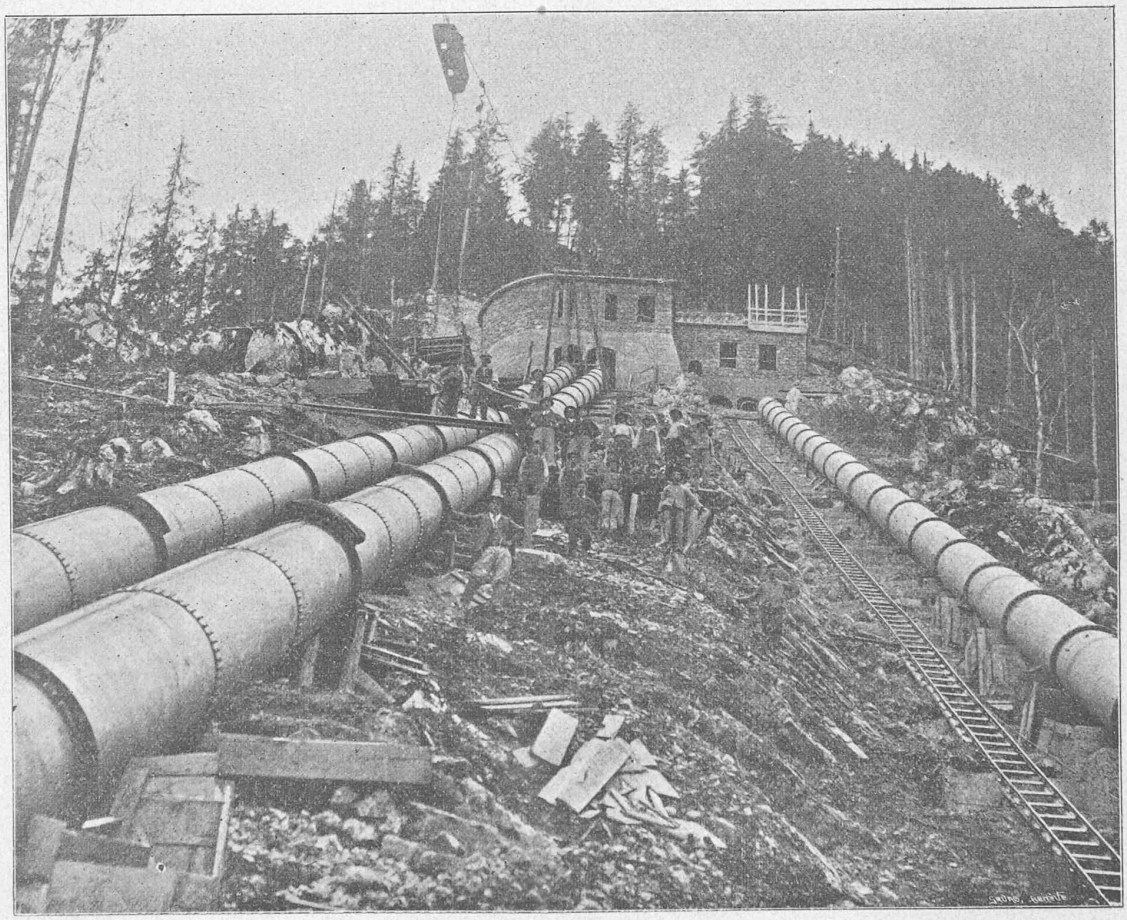


Fig. 13. — Montage des conduites de décharge et de la conduite sous pression.

La photographie de la figure 13 donne une vue du chantier de montage de ces conduites.

Les tuyaux sont construits en tôle d'acier de 9 mm. d'épaisseur; cette épaisseur, relativement élevée pour les faibles pressions qui entrent en jeu, doit assurer à la conduite une résistance suffisante au point de vue des chocs et des effets dynamiques qui pourraient se produire lors d'une brusque entrée de l'eau dans les tuyaux.

L'épaisseur des tôles permet à la conduite de supporter la pression statique qui se produirait, au cas où une obstruction accidentelle viendrait à entraver le cours de l'eau.

Chaque tuyau est commandé à la chambre d'eau par

une vanne spéciale, à mouvement mécanique, permettant d'ouvrir graduellement l'écoulement de l'eau par la décharge.

Les conduites sont fixées sur des massifs de fondation en maçonnerie ou en béton, par l'intermédiaire de supports en fonte.

Deux joints de dilatation, de 850 mm. de diamètre intérieur, ont été placés sur chaque conduite. Ces joints sont munis de trous d'homme et de ventouses, soit de soupapes d'aspiration faisant appel d'air au cas où la conduite, venant à se vider brusquement, tendrait à s'aplatir. Les figures 14 et 15 représentent le détail d'une de ces soupapes et d'un joint de dilatation, avec les supports pour les deux conduites.

Une cheminée pour l'aspiration de l'air a été adaptée sur chaque conduite, à la prise d'eau.

La partie supérieure des conduites de décharge, fortement inclinée, est à l'air libre; par contre, la zone inférieure a été recouverte d'une couche de terre de 80 cm. d'épaisseur, afin d'atténuer les effets de la dilatation.

La photographie de la figure 16 montre le fonction-

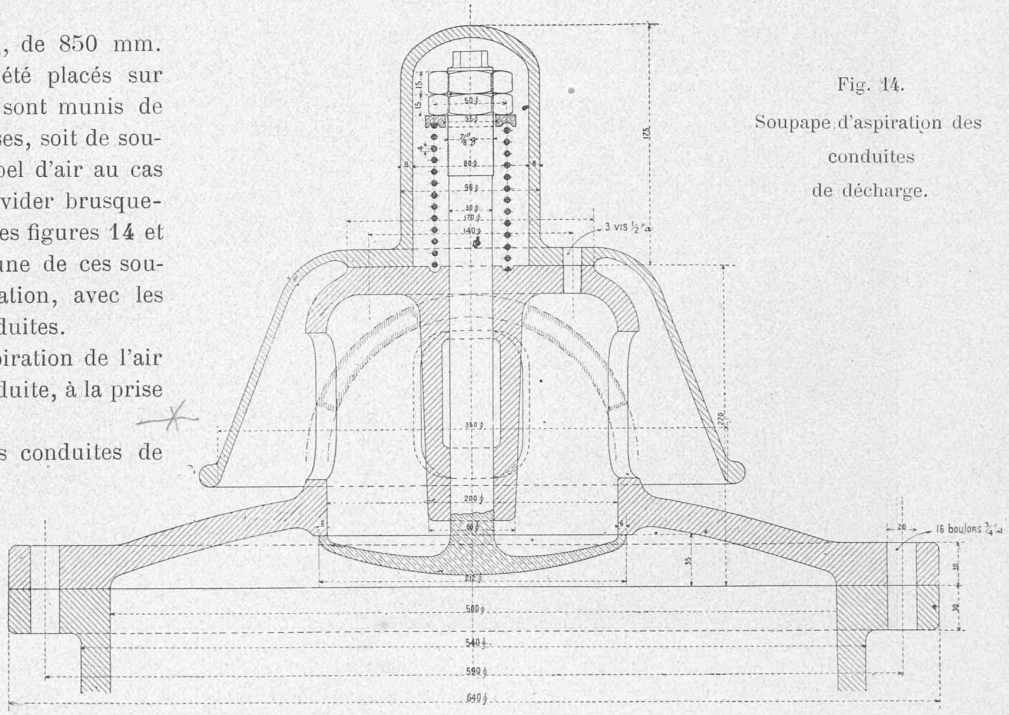


Fig. 14.
Soupape d'aspiration des conduites de décharge.

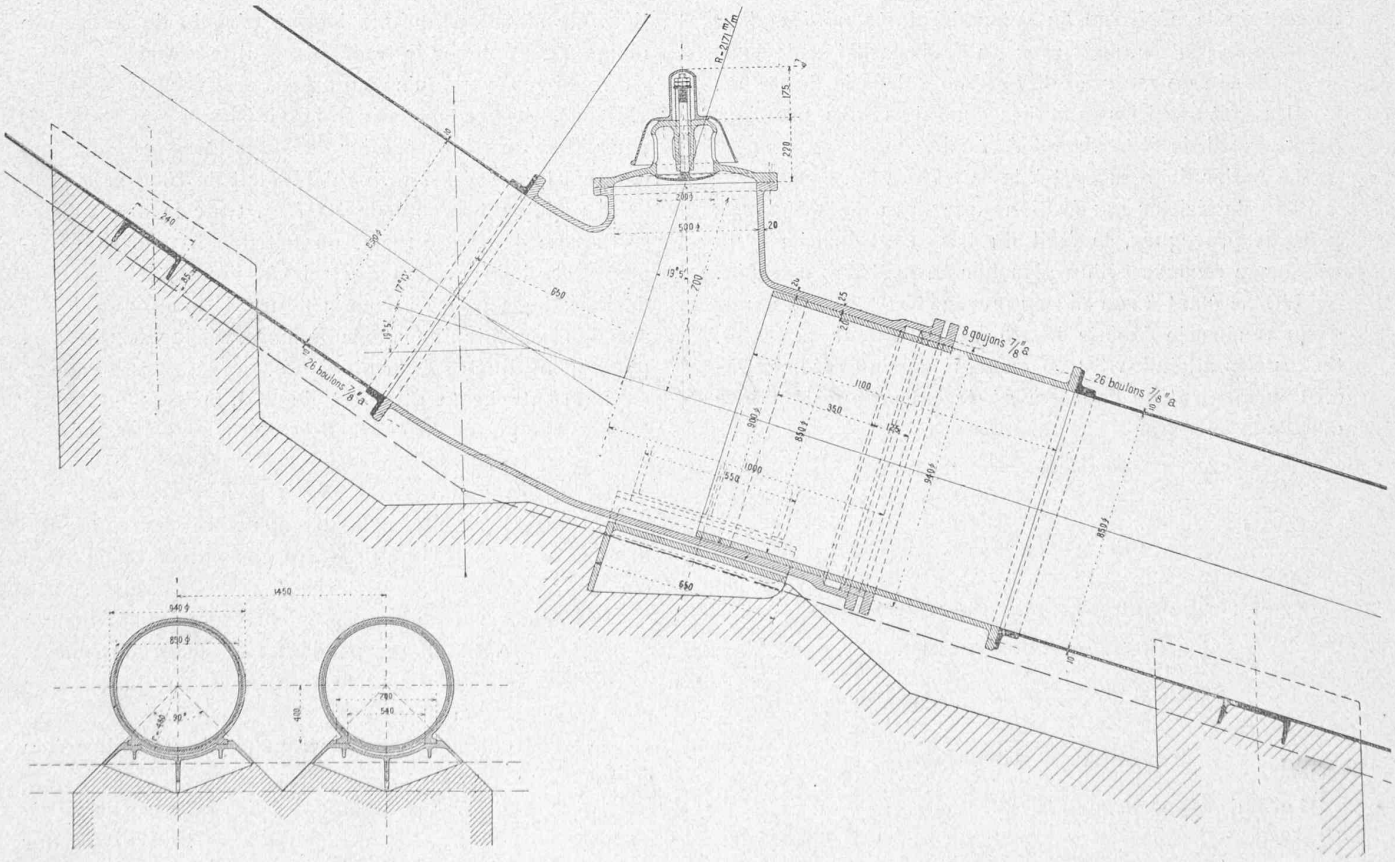


Fig. 15. — Joint de dilatation des conduites de décharge, avec soupape d'aspiration.

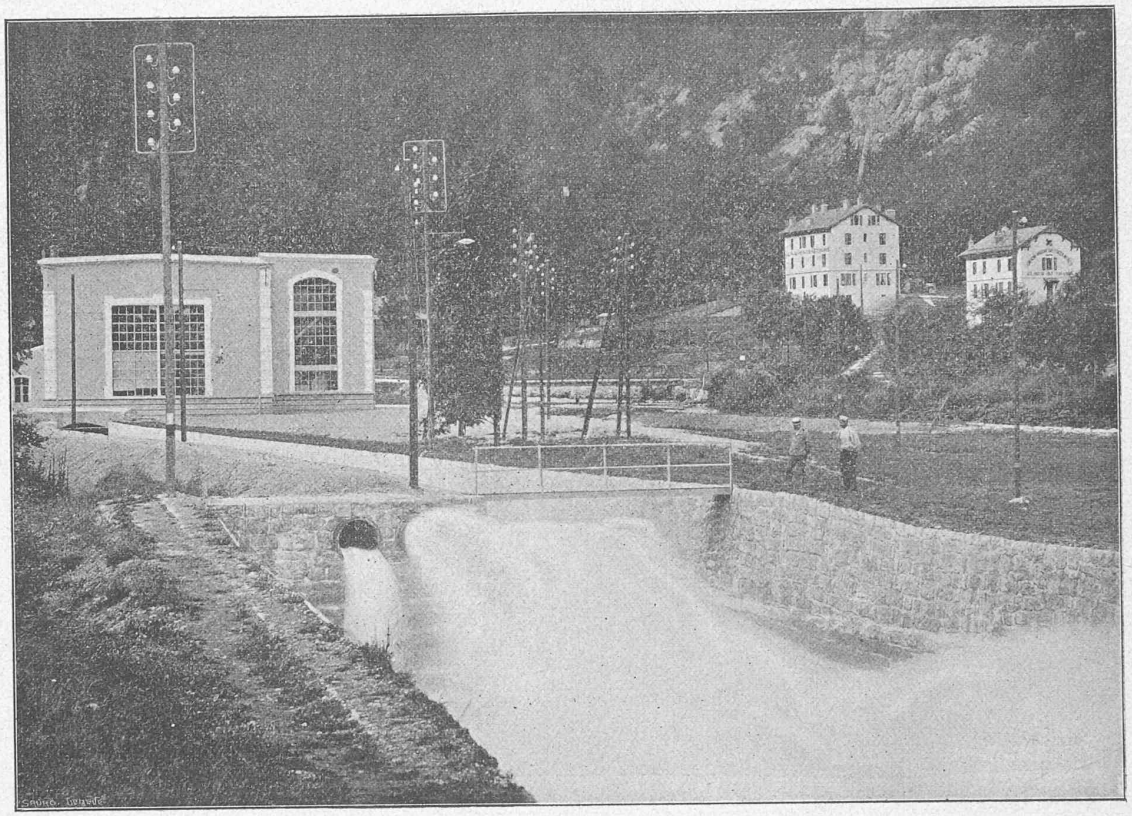


Fig. 16. — Débouché des conduites de décharge dans le bassin de rentrée.
Usine et logements du personnel.

nement de la décharge au débouché des conduites dans le bassin de rentrée, mais avec un débit partiel seulement.

Le bassin de rentrée est représenté dans la figure 17.

Il reçoit aussi les eaux des conduites sous pression, par le canal de fuite venant de l'usine.

Le radier du bassin est à la cote 755^m,80.

Afin de résister aux érosions que l'eau de la décharge pourrait provoquer, le fond du bassin est formé par un bétonnage recouvert d'un plancher en madriers de sapin.

L'Orbe étant à son niveau moyen (757^m,30), la nappe d'eau renfermée dans le bassin a une hauteur de 1^m,50. Ce matelas atteindra 3^m,20 en très hautes eaux, c'est-à-dire au moment où l'on sera généralement appelé à faire débiter la décharge à son maximum.

DEUXIÈME PARTIE

Production de l'énergie électrique.

(Entreprise industrielle).

USINE N° I, A LA DERNIER

Puissance disponible.

La puissance disponible est limitée par la capacité du réservoir compris entre les cotes de niveau 1005 m. et 1008^m,50, fixées par les conditions de la régularisation, en admettant qu'une longue période de sécheresse oblige à consommer la tranche d'eau de réserve.

Nous avons vu qu'en supposant une période sèche de 120 jours, l'eau emmagasinée dans le lac à la cote 1008^m,50 permettait un débit régulier de 2900 litres-seconde, tandis qu'à la cote 1007 m. ce débit était de 1600 litres.

En adoptant la cote de 1007 m. pour le début d'une sécheresse de quatre mois, on fait une hypothèse pessimiste, car l'observation des relevés limnimétriques d'un demi-siècle, consignés dans la figure 4, montre qu'il sera aisé de maintenir une cote supérieure, voisine de 1008 m., pour la fin d'une saison pluvieuse.

La chute brute utile est de 236 mètres; en tenant compte des pertes de charge, la chute nette se réduit à environ 234 mètres.

Avec un rendement de 75 % pour les turbines, on trouve qu'il faut approximativement un débit de 430 litres à la seconde pour produire une puissance de 1000 chevaux.

Les débits ci-dessus indiqués correspondraient donc à une puissance régulière, pendant 120 jours consécutifs,

de 6740 chevaux avec la tranche d'eau limitée à la cote 1008^m,50, ou

de 3720 chevaux avec la tranche d'eau limitée à la cote 1007 m.

Mais ces chiffres s'appliquent à des chevaux de vingt-quatre heures par jour, permettant de satisfaire à une consommation d'énergie momentanée beaucoup plus

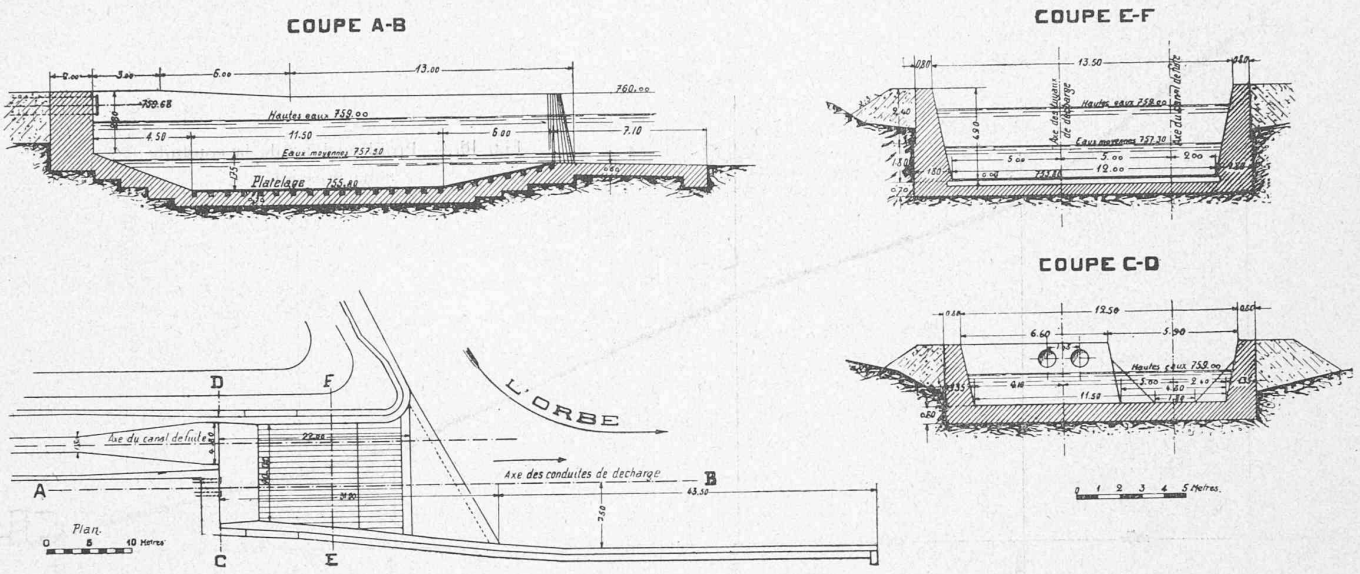


Fig. 17. — Bassin de rentrée de l'eau dans l'Orbe.

grande, à condition d'économiser l'eau et d'en régler le débit aussi exactement que possible, suivant la variation journalière de la puissance à fournir par l'usine.

Comme toutes les stations centrales dont l'éclairage représente une partie importante de la consommation, l'usine de La Dernier devra produire chaque soir, et particulièrement aux époques de l'année les plus chargées (ordinairement décembre et janvier), un maximum de puissance pour satisfaire au « coup de feu » de l'éclairage. Pendant le reste de la journée, la courbe de la puissance aura une allure assez variable, suivant l'horaire de fonctionnement des moteurs. Durant la nuit, la puissance consommée sera relativement faible, car, en dehors de l'éclairage, il n'y aura qu'un nombre restreint de moteurs fonctionnant pendant 24 heures par jour.

Les variations de puissance, pendant la journée, seront plus ou moins grandes selon l'importance que la traction électrique pourra prendre dans la distribution d'énergie électrique du réseau.

La traction électrique, surtout quand il s'agit de chemins de fer secondaires régionaux avec un nombre de trains limités, est caractérisée par de brusques variations de la puissance consommée. Lorsque les stations transformatrices alimentant ces chemins de fer ne sont pas munies d'accumulateurs électriques, ces variations rapides se transmettent directement à l'usine génératrice et, se superposant à la variation graduelle de la consommation journalière, rendent plus accidentée l'allure de la courbe des puissances.

Dans un cas semblable à celui de l'Usine de Joux, où par la suite on peut être appelé à économiser l'eau, il sera avantageux d'obtenir une variation de puissance aussi régulière que possible, permettant de régler graduellement l'écoulement du tunnel, pour conformer au plus près la courbe des débits d'eau à celle des puissances consommées. Il sera donc rationnel, dans les applications à la traction électrique, d'avoir recours à l'emploi de batteries-tampons.

En se basant sur les résultats fournis par d'autres stations centrales, placées dans des conditions à peu près analogues, on peut admettre que le rapport entre la consommation journalière moyenne et la consommation maximum sera d'environ 1 à 2,6. Les puissances *moyennes* de 6740 et 3720 chevaux de 24 heures permettraient donc de subvenir à une consommation *maximum* de 17 520 ou 9670 chevaux, sur l'arbre des turbines, au moment le plus chargé de la journée.

Les chiffres ci-dessus font simplement ressortir quelle est la capacité d'alimentation de l'usine, dans certains cas *théoriques* déterminés. Pratiquement, les éléments de la question varieront chaque année, dans des limites plus ou moins étendues, suivant les conditions climatériques et pluviométriques. La principale variation résultera de l'uniformité de répartition, pendant le cours de l'année, des apports d'eau alimentant les lacs. Une série de grandes pluies, survenant lorsque ceux-ci sont au niveau supérieur, pourra obliger à déverser, par les conduites de décharge, un volume d'eau qui fera défaut dans la période sèche suivante. Cela constituera donc un cas défavorable, surtout lorsque la puissance produite par l'usine se rapprochera de son maximum de capacité.

Un régime pluviométrique moyen, sans grandes pluies ni longues sécheresses, se présentera dans les conditions les plus favorables, au point de vue du maximum d'énergie utilisable, tout en étant naturellement des plus faciles pour la régularisation fluviale.

Un autre élément de la question réside dans l'allure de la courbe représentative de la puissance consommée annuellement. Il serait évidemment avantageux que cette courbe suivît, autant que possible, celle des apports d'eau

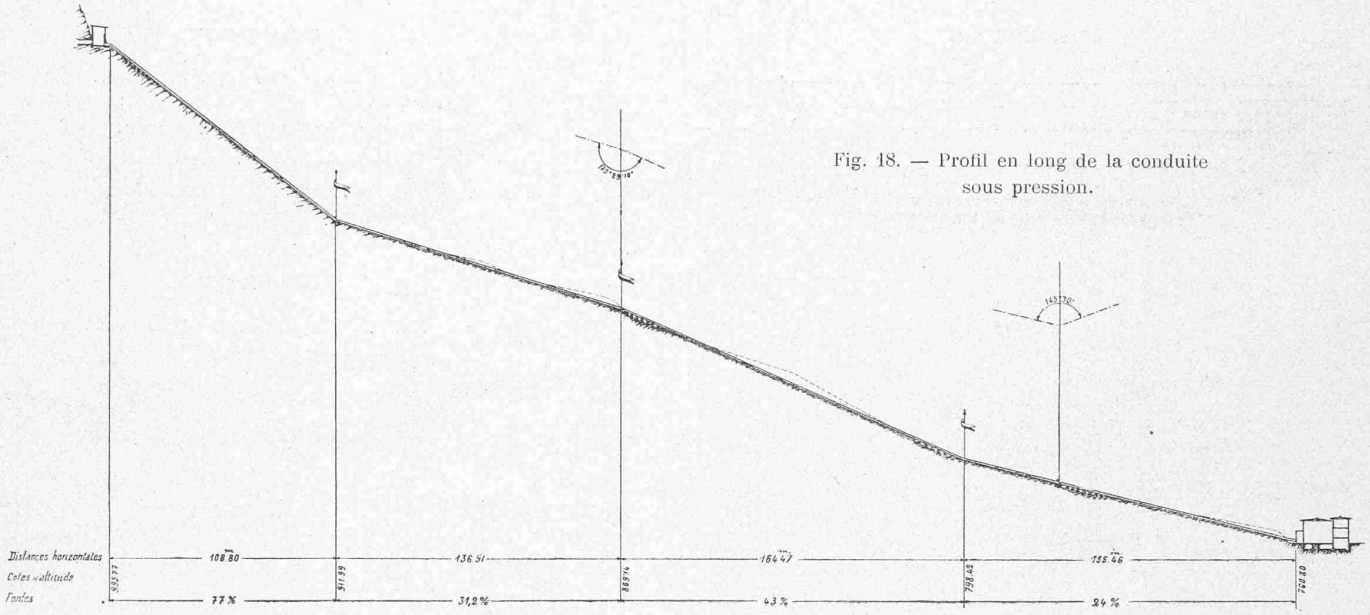


Fig. 18. — Profil en long de la conduite sous pression.

dans le bassin d'accumulation; mais ces apports varient d'année en année (fig. 5). L'entreprise industrielle aura comme tâche d'atténuer les écarts que présentent ces deux fonctions, dans les limites que la loi impose à l'entreprise de régularisation.

C'est pendant l'hiver, au moment où toute la Vallée de Joux et les montagnes avoisinantes sont sous la neige, que les apports sont réduits à leur plus faible valeur. Mais, à ce moment, l'énergie consommée pour l'éclairage passe par un maximum, ce qui est donc défavorable; la consommation de force motrice industrielle est habituellement plus élevée aussi à cette époque de l'année. Il importe donc d'assurer une réserve d'eau importante pour la fin de l'automne, avant les chutes de neige et le gel. Ce sera généralement facile, car les pluies de l'automne permettront aisément de remplir les lacs jusqu'à une cote voisine de 1008^{m},50.

Il faut remarquer ici que le maximum de consommation, observé en hiver dans les réseaux de distribution d'énergie électrique, ne sera pas aussi accentué pour le réseau de Joux que dans d'autres entreprises. Ce maximum sera moins sensible, pour le réseau alimentant un territoire étendu et des régions agricoles, que pour le réseau d'une grande agglomération urbaine.

En effet, la clientèle d'éclairage comporte un nombre assez élevé d'abonnements d'été (mai-octobre), à prix réduits, tant pour les pensions et hôtels du Jura que pour les campagnes et résidences d'été des rives du Léman et de diverses localités.

La force motrice est également distribuée, en été seulement, sur la base d'un tarif réduit, à de nombreux moteurs actionnant soit des machines à battre le blé, soit des briqueteries, soit d'autres exploitations qui peuvent se contenter d'une force motrice temporaire. Il s'établira ainsi une certaine compensation, qui diminuera les écarts entre les minima et les maxima de consommation, aux différents mois de l'année.

La consommation d'énergie se rapproche ainsi davantage des conditions qui, théoriquement, seraient les plus conformes à l'hydrologie du bassin d'alimentation.

Nous venons de voir que, dans l'hypothèse la plus défavorable qui puisse être raisonnablement faite, on pourra compter sur une force motrice *moyenne* de 3720 chevaux, permettant d'assurer un maximum de 9670 chevaux. Il faut donc pouvoir utiliser cette force motrice en installant des groupes générateurs pour une puissance équivalente.

L'usine est prévue pour une puissance de 10 000 chevaux, dont l'installation se fera par périodes successives, au fur et à mesure du développement du réseau.

Pour la première période, l'usine comporte une puissance de 5000 chevaux, soit 5 groupes.

Conduites sous pression et tuyauterie.

Nous avons mentionné que 3 conduites sous pression étaient prévues.

Une seule est actuellement posée et suffit pour 5000 chevaux.

Les deux autres conduites se poseront successivement, de telle sorte que, lorsque toute la puissance sera utilisée, deux des conduites puissent assurer le service, la troisième servant de réserve.

La figure 18 donne le profil en long de la première conduite sous pression. Cette conduite a été construite et posée par la maison Escher, Wyss & Cie, à Zurich. Elle a une longueur totale de 620 m. environ, avec plusieurs coudes en profil et en plan.

Tous les tuyaux sont en tôle d'acier doux, sans rivures, soudés suivant une génératrice; les tuyaux sont assemblés les uns aux autres par des brides embouties, en fer forgé de première qualité, serrées par des boulons.

Voici la spécification des différentes zones de la conduite, depuis la chambre d'eau jusqu'à l'usine.

A l'entrée dans la chambre d'eau se trouvent un joint de dilatation et un tuyau à air ; viennent ensuite :

134 m. en tuyaux de 1200 mm. de diamètre, tôle de 8 mm., 1 joint de dilatation.

144 m. en tuyaux de 1200 mm. de diamètre, tôle de 12 mm., 1 joint de dilatation.

219 m. en tuyaux de 1100 mm. de diamètre, tôles de 14, 16 et 18 mm., 1 joint de dilatation.

110 m. en tuyaux de 1000 mm. de diamètre, tôles de 18, 19 et 20 mm., 1 joint de dilatation.

Les tuyaux de la conduite sous pression et la tuyauterie de l'usine ont été essayés, dans les ateliers des constructeurs, sous une pression atteignant une fois et demie la pression de service.

Les 4 manchons de dilatation placés sur la conduite ont une enveloppe en fonte avec presse-étoupe et tuyau d'expansion.

La conduite est fixée, par l'intermédiaire de sellettes en fonte, ou en fers à ∪, aux massifs de fondation en béton. Aux coudes du profil présentant une courbure convexe, de forts massifs de béton contrebalancent l'action de la poussée.

La conduite sous pression aboutit à l'extrémité de l'usine ; là elle se coude à angle droit, pour suivre la longueur du bâtiment sous un auvent. Ce dernier tronçon, d'où partent perpendiculairement les embranchements de chaque turbine, a une longueur de 37 m., avec un diamètre intérieur de 1 m., l'épaisseur des tôles est de 24 mm.

La tuyauterie a été posée pour les 3 groupes d'excitatrices et pour 6 groupes générateurs.

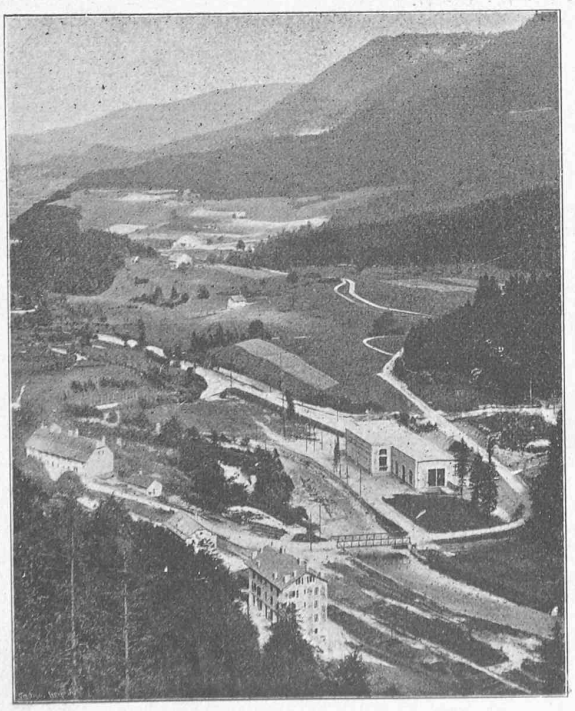


Fig. 19. — L'usine de La Dernier et ses abords.

Deux valves à papillon, avec by-pass, ont été placées aux extrémités de la conduite principale.

En outre, chaque embranchement possède une vanne d'arrêt, tandis qu'une vanne de vidange sert à l'ensemble de la tuyauterie.

Comme dispositif de sûreté, une vanne à diaphragme a été placée à l'arrivée de la conduite sous pression dans l'usine. Un brusque coup de bélier, qui pourrait mettre en danger la conduite, amène la rupture du diaphragme, au travers duquel l'eau peut s'échapper dans le canal de fuite.

Bâtiment d'usine.

Placée au bord de l'Orbe, sur la rive droite, dans un site pittoresque, l'usine présente un aspect extérieur assez satisfaisant.

La photographie de la planche 17 fait voir l'ensemble de l'usine et des conduites descendant du château d'eau.

Une plateforme spacieuse entoure l'usine, à laquelle on accède par un pont métallique de $21^m,60$ de portée, jeté sur la rivière (fig. 19).

Deux bâtiments, destinés au logement du personnel, ont été construits à proximité immédiate de l'usine, sur la rive gauche de l'Orbe (fig. 16).

La figure 20 donne en plan et en coupes la disposition d'ensemble de l'usine génératrice.

Le bâtiment comprend une grande salle des machines, mesurant 55 m. de longueur sur $12^m,50$ de large, avec une hauteur de 10 m. Cette salle est couverte par une toiture incombustible, en hourdis du système Münch posés sur fermes métalliques.

Un pont roulant, d'une force de 12 tonnes, peut circuler sur toute la longueur de la salle ; les rails de roulement sont posés sur le retrait des murs de façade.

Cette salle des machines permet l'installation de 3 groupes d'excitatrices à l'une des extrémités et de 8 groupes générateurs, dont 5 sont déjà posés ; les fondations ont été faites d'emblée pour 10 groupes, de telle sorte qu'il suffira plus tard, pour compléter le bâtiment, de prolonger les façades latérales après démolition de la paroi frontale. Une fois entièrement terminée, l'usine aura un plan symétrique, l'annexe du tableau étant placée au milieu.

La figure 20 montre de quelle façon les fondations sont établies ; l'eau des turbines s'évacue directement dans le canal de fuite en béton, qui traverse l'usine sur toute sa longueur.

Une seconde galerie, de $2^m,50$ de large sur $2^m,50$ de haut, traverse également le sous-sol de l'usine dans sa longueur ; elle est destinée à loger les câbles reliant les excitatrices et les alternateurs au tableau.

Toute l'installation relative aux tableaux et appareils se trouve réunie dans l'annexe à la salle des machines, ce qui sépare nettement ces deux parties de l'installation. Cette annexe, mesurant $25^m,40$ de long sur $7^m,40$ de large, a une hauteur totale de 13 m. Elle est divisée en 4 parties dans sa hauteur, soit un sous-sol, un rez-de-

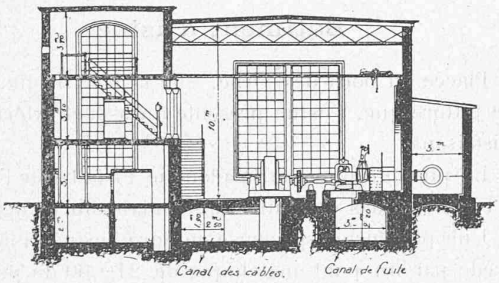
chaussée et 2 étages. Les planchers ainsi que les cloisons séparatives sont en fer et béton ; cette construction est donc entièrement incombustible.

Le sol de la salle des machines, autour des génératrices, est recouvert d'une couche isolante en asphalte.

Le bâtiment de l'usine a été construit par M. Ch. Bürger, entrepreneur, qui a exécuté aussi les aménagements des abords de l'usine, le canal de fuite et les massifs de fondation des conduites de décharge et sous pression.

La toiture métallique de l'usine et le pont sur l'Orbe ont été exécutés par M. Louis Fatio, constructeur, à Lausanne.

(A suivre).



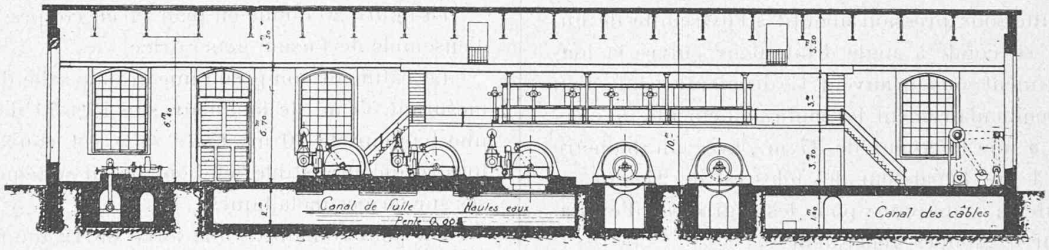
Coupe transversale *A - B.*

Fig. 20.

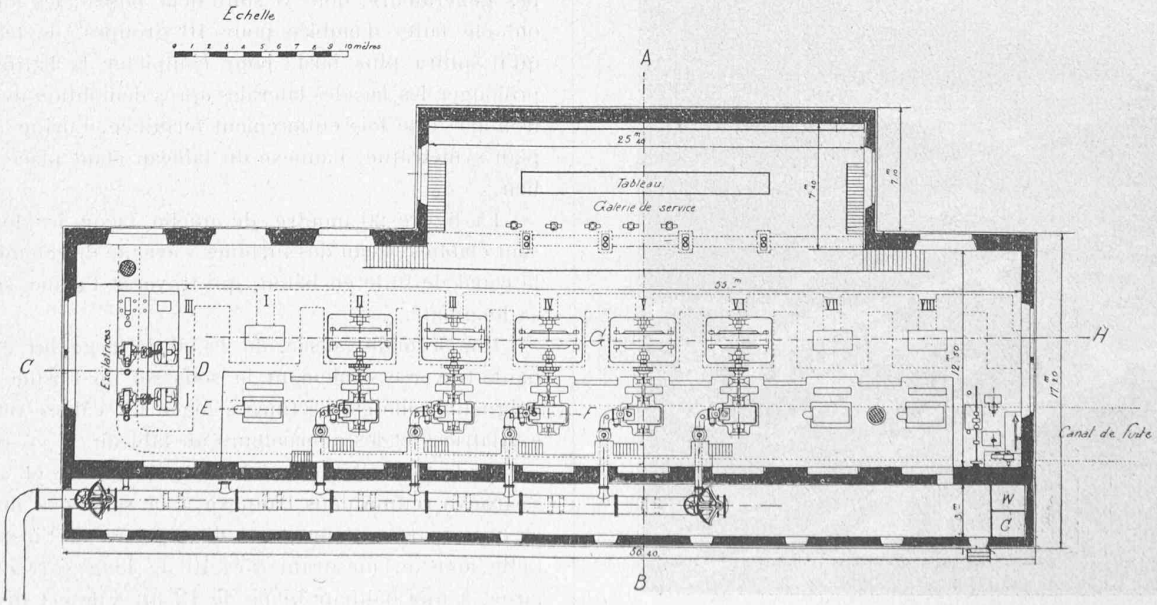
USINE GÉNÉRATRICE

DE

LA DERNIER



Coupe longitudinale *C - D - E - F - G - H.*



Plan.

Usine génératrice de La Dernier près Vallorbe. — Vue générale.

Compagnie vaudoise des forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe.

Seite / page

leer / vide / blank