

Usine de Hauterive

Autor(en): **Waeber, A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **32 (1906)**

Heft 2

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-25560>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

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: *Usine de Hauterive*, par M. A. Wæber, ingénieur. — **Divers**: Tunnel du Simplon: Etat des travaux au mois de décembre 1905. — Tunnel du Ricken: Bulletin mensuel des travaux. Extrait. Décembre 1905. — Le travail des moteurs animés. — Pont en maçonnerie de 90 m. d'ouverture. — *Informations*. — *Sociétés*: Société fribourgeoise des ingénieurs et architectes: Séance du 15 décembre 1905. Séance du 29 décembre 1905. — *Concours*: Assainissement des logements. — Association amicale des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne: Offres d'emploi.

Usine de Hauterive.

Par A. WÆBER, ingénieur.

INTRODUCTION

L'Entreprise des Eaux et Forêts, achetée par l'Etat de Fribourg à la fin de l'année 1888, s'est développée d'une manière que l'on ne pouvait prévoir au moment de cette acquisition. Ce développement est dû surtout aux progrès remarquables réalisés dans le domaine de l'électrotechnie.

L'Entreprise des Eaux et Forêts a été une des premières installations électriques en Suisse. Elle fournit une force d'environ 500 chev. à notre industrie, mais, contre toute attente, celle-ci est depuis des années déjà complètement utilisée. C'est pour ces motifs qu'il a été voué une attention soutenue à l'étude de nouvelles installations, permettant d'utiliser les forces remarquables de la Sarine, de favoriser

ainsi le développement de notre industrie et même de provoquer ce développement dans le canton.

Le canton de Fribourg est en grande partie situé sur le plateau suisse. Il est limité au Sud par les Alpes de la Gruyère, montagnes de 1500 à 2500 m. d'altitude, et au Nord par les lacs de Neuchâtel et de Morat. Il est traversé dans toute sa longueur par un cours d'eau, la Sarine, qui prend sa source au glacier de Zanfleuron (Valais) et dans les massifs du Sanetsch et du Wildhorn. Cette rivière est alimentée par les glaciers de ces massifs et les sources qui prennent naissance dans les Alpes du Pays-d'Enhaut et de la Gruyère. Son cours, tumultueux d'abord, se déroule dans la vallée du Pays-d'Enhaut, depuis Gsteig (1192 m.) jusqu'en-dessus des gorges de la Tine. De là, par une série de chutes d'environ 60 m. de hauteur, la Sarine se précipite dans la vallée de la Gruyère. Elle parcourt en une suite de méandres cette plaine d'alluvions et y reçoit une certaine quantité d'affluents, dont les plus importants sont

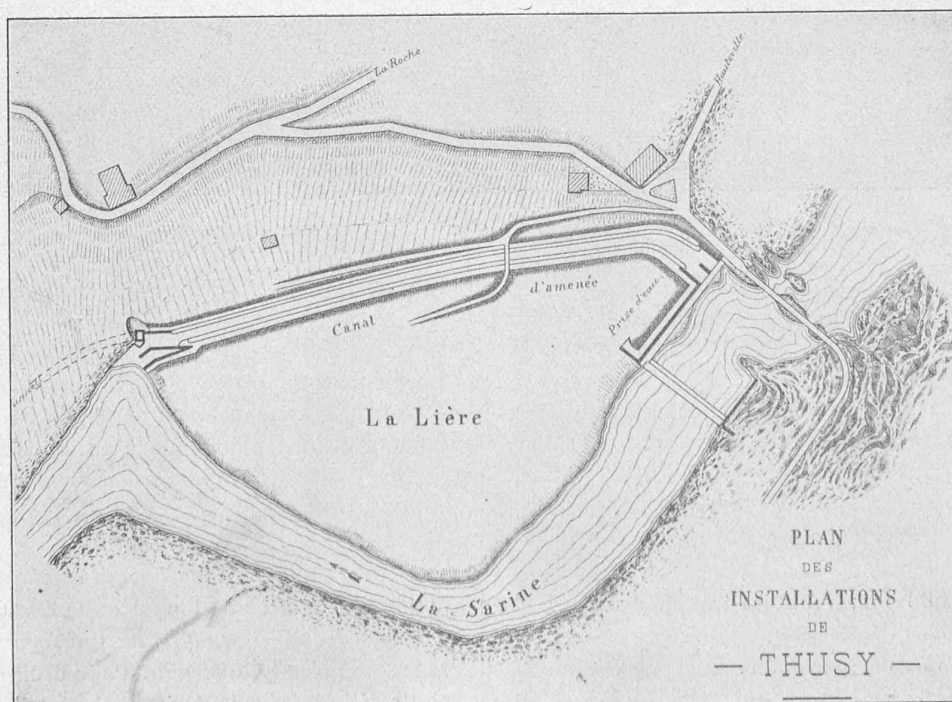


Fig. 1. — Plan de situation du barrage et du canal d'amenée. — Echelle: 1:4250.

l'Hongrin, la Neirivue, la Sionge et la Jogne; elle quitte ensuite la région des poudingues pour entrer dans le plateau molassique. Cette partie du cours de la Sarine se distingue par ses nombreux détours, par ses hautes falaises, par ses gorges profondes et sauvages. La rivière traverse la ville de Fribourg à la cote 530 m. et continue son cours avec le même régime jusqu'à Laupen, où elle sort du canton. De nature torrentielle, elle s'enfle considérablement au moment de la fonte des neiges, variant de 7 m³ à la seconde à 1000-1200 m³ et passant par deux périodes critiques de

Hydrographie.

La prise d'eau pour l'usine de Hauterive se trouve à la cote 638 m., à Thusy, dans les poudingues de la molasse. Le bassin d'alimentation de la Sarine jusqu'au barrage a une superficie de 1014 km²; d'après le Bureau hydrographique fédéral, la chute d'eau dans les années moyennes est de 1 à 1m,25. Dans les années les plus sèches, la lecture du pluviomètre a donné 75 cm. La température la plus basse enregistrée dans les gorges de la Tine, en dessus de Mont-

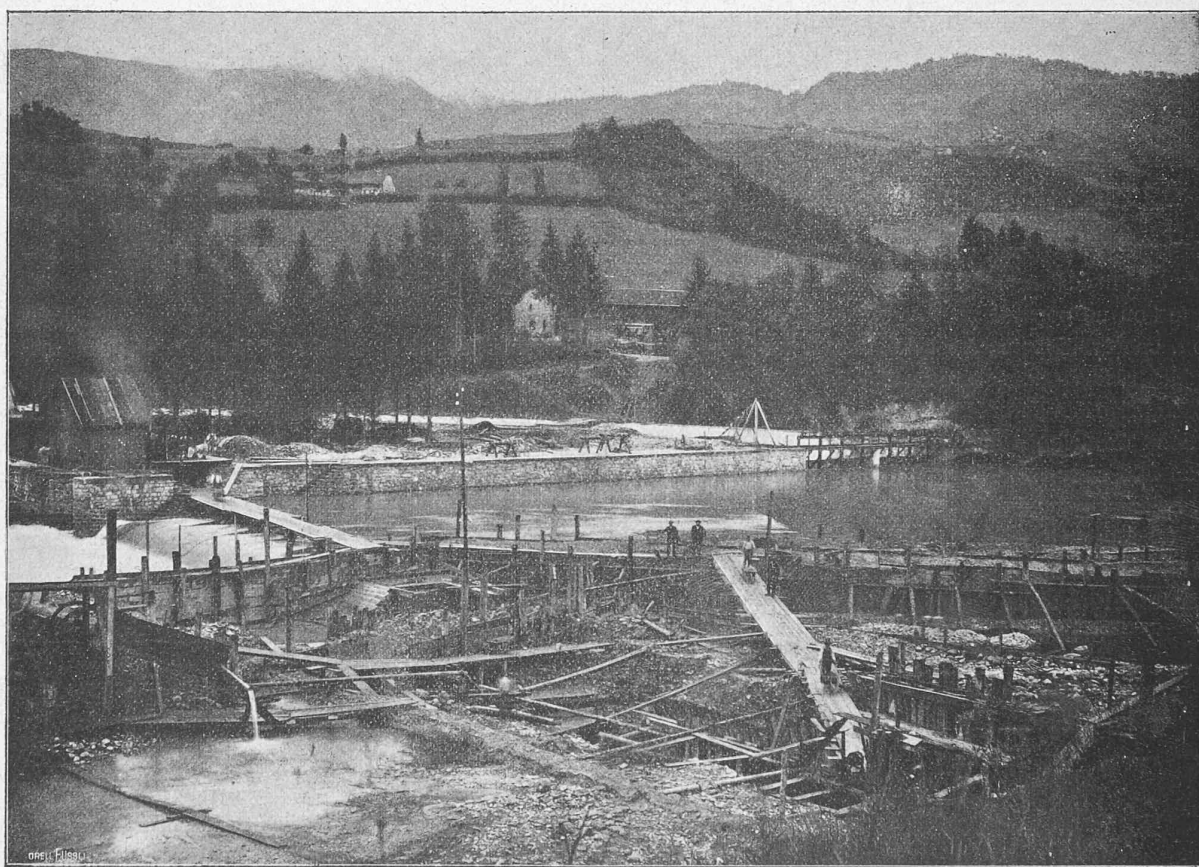


Fig. 2. — Le chantier de construction du barrage de Thusy sur la Sarine.

sécheresse, l'une vers le milieu de janvier, l'autre vers la mi-été, avec un débit minimum de 7 à 8 m³.

Les gorges de la Tine exceptées, la Sarine ne présente sur tout son parcours aucune chute rapide et élevée. Jusqu'à l'année 1870, par suite de son régime très variable, elle n'a pu être utilisée comme force motrice. Aujourd'hui, trois usines productrices d'énergie électrique captent ses eaux; ce sont: Montbovon, à la cote 835m,79; Hauterive-Thusy, à la cote 638 m.; l'Administration des Eaux et Forêts, à la cote 560 m. à la Maigrange¹.

Nous nous occuperons particulièrement de l'usine de Hauterive.

¹ Voir N° du 25 septembre 1905, page 221, et suivants.

bovon, a été de — 31°. La plus grande largeur du lit de la Sarine dans la plaine d'alluvions est 150 à 200 m. (Le débit minimum constaté a été de 5 1/2 m³, par suite de la congélation presque complète de la masse liquide.)

Idée fondamentale du projet.

Entre Thusy et Hauterive, la Sarine a, par suite de ses nombreux lacets, une longueur de 19 500 m., avec une pente moyenne de 0,0034, ce qui équivaut à une différence de niveau de 66m,25. Pour utiliser en partie cette chute, il suffisait de dériver un certain cube d'eau de la Sarine et de créer, par un trajet plus court et une pente

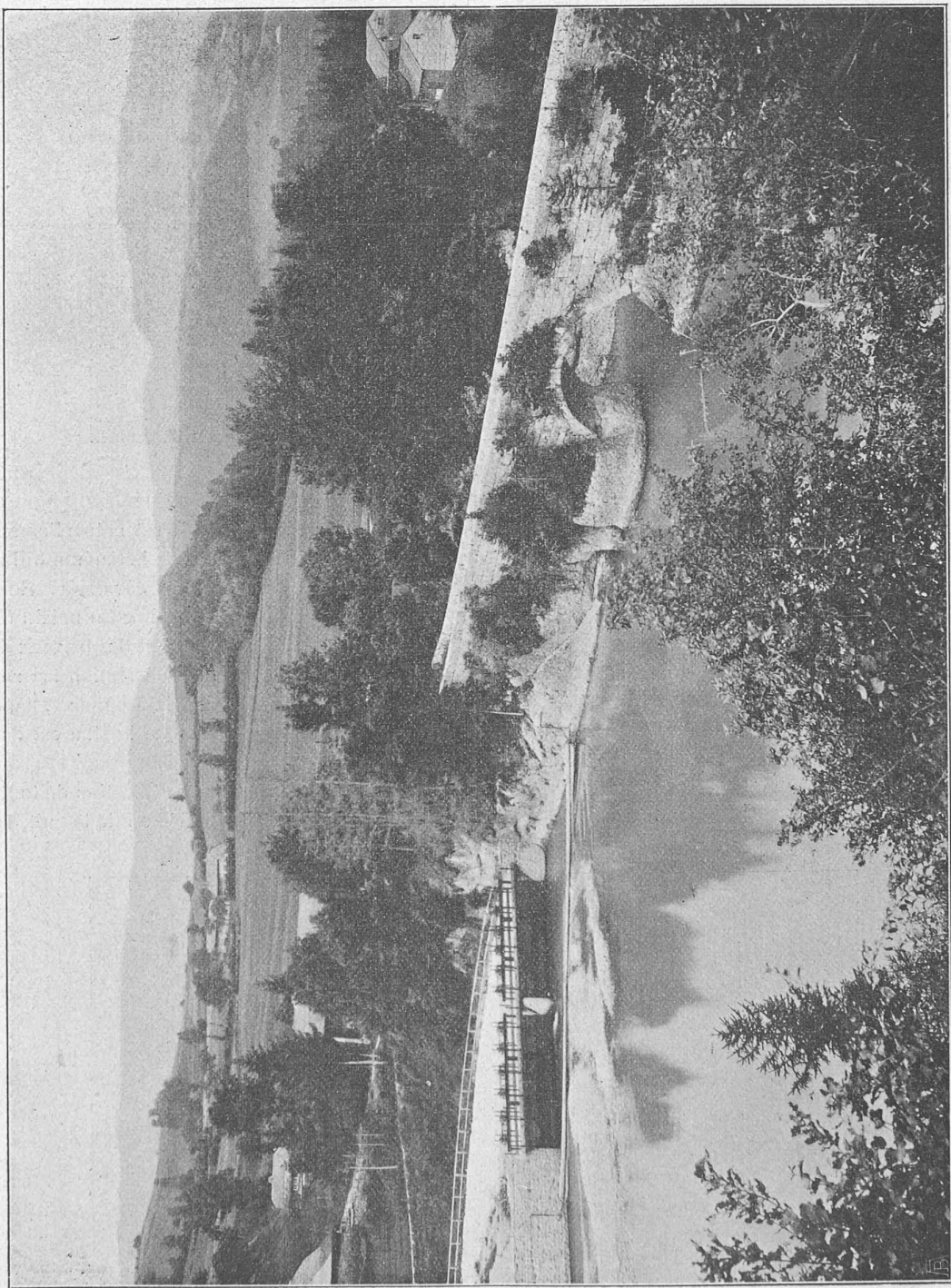


Fig. 3. — Prise d'eau sur la Saine, à Thusy.

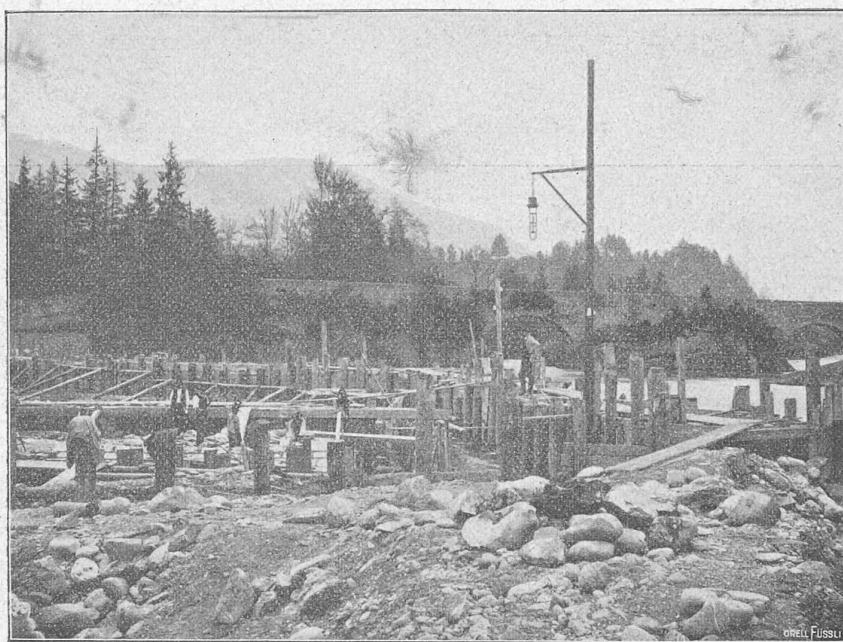


Fig. 4. — Pilotage du mur de la prise d'eau.

moindre, une chute disponible. Les vannettes placées au-dessus du seuil du déversoir retiennent les eaux à la cote 638 m., le niveau des basses eaux est à Hauterive à la cote 570^m,50. La chute brute est donc de 67^m,50 entre la prise d'eau et l'usine. La dérivation est formée d'un bief et d'un tunnel, d'une longueur totale de 9600 m. Il était nécessaire d'avoir pour le débit adopté une pente de 0,6 ‰ dans le tunnel, ce qui fait une différence de niveau totale de 5^m,63. La chute disponible entre l'extrémité du tunnel, soit la chambre de mise en charge, et l'usine est donc de 61^m,87.

Le volume d'eau admis est naturellement calculé sur le débit minimum moyen de la Sarine, qui est de 8 m³ en tenant compte des pertes au déversoir. En prévision du reboisement d'une grande partie du bassin d'alimentation, qui est en cours d'exécution, et des travaux d'endiguement de la Sarine, on a établi la dérivation pour débiter un volume normal de 12 m³ à la seconde. Pendant les basses eaux la puissance effective de l'usine est donc de 5000 à 5500 chev.

On peut, en cas de non utilisation de toute la force pendant une partie de la journée ou de la nuit, faire une accu-

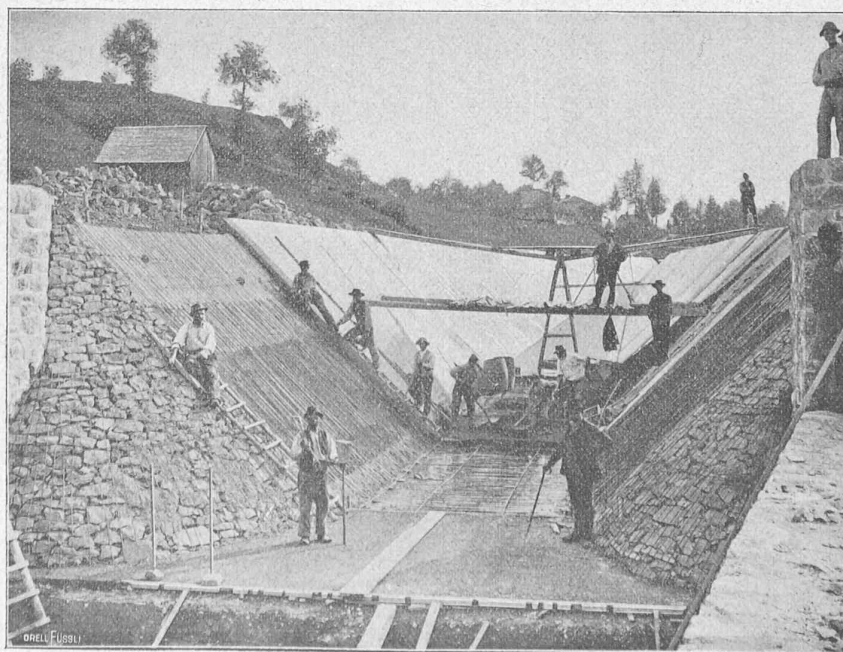


Fig. 5. — Construction du canal d'amenée en béton armé.

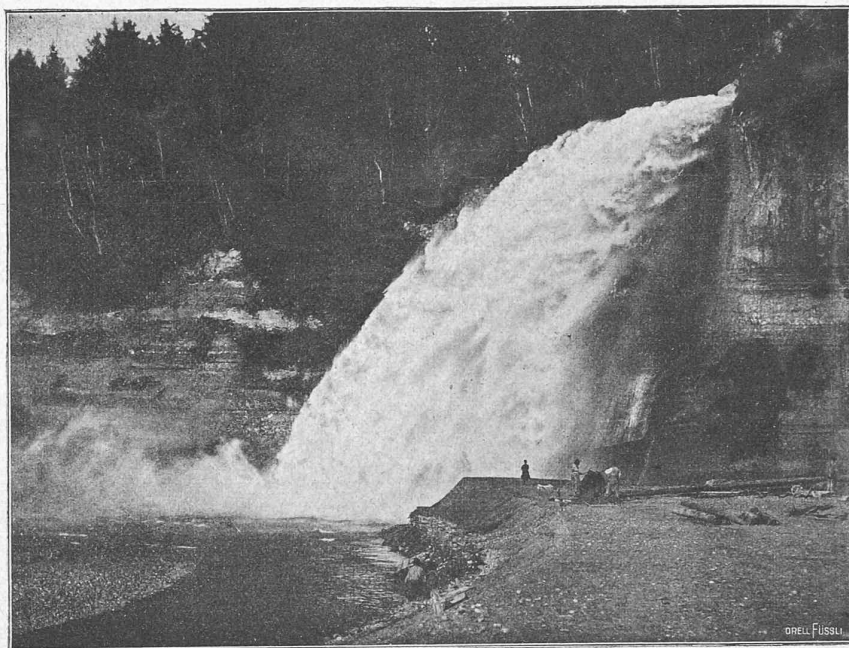


Fig. 6. — Déversoir du trop-plein du canal d'aménée.

mulation journalière d'environ 40 000 m³ d'eau, qui servent de réserve dans les moments où la livraison de force et de lumière coïncide, soit de 5 à 9 heures du matin et du soir. L'usine a été aménagée pour une puissance de 10 000 chev.

Les données générales étant connues, nous pouvons maintenant tracer un aperçu détaillé des ouvrages.

Description des travaux. — Les travaux comprennent trois parties principales, soit :

1. Travaux hydrauliques (prise d'eau, tunnel et tuyauterie).
2. Usine et installations mécaniques.
3. Installations électriques (réseaux de distribution).

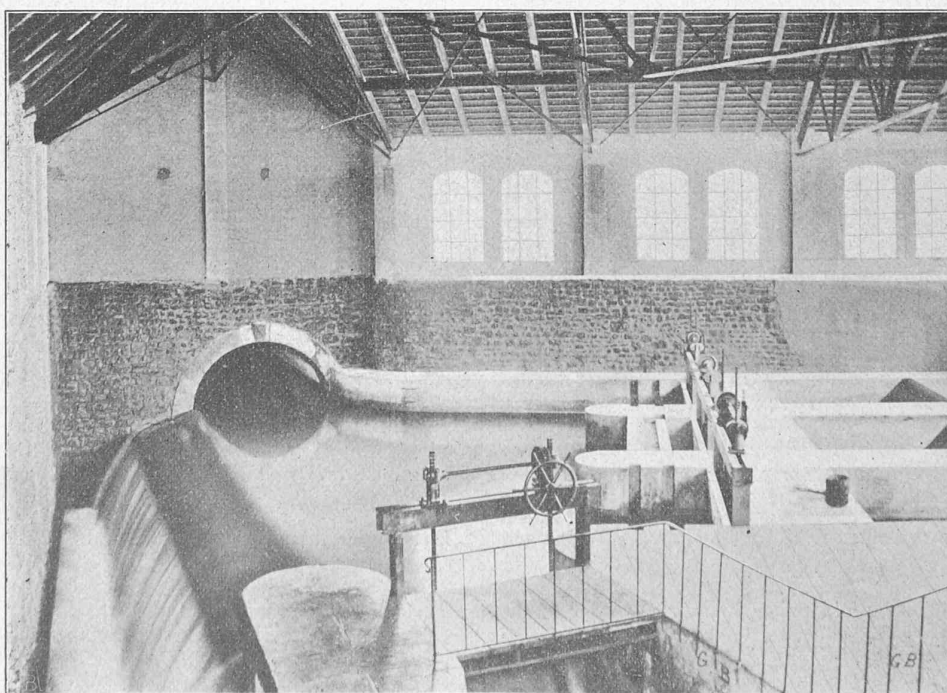


Fig. 7. — Chambre de mise en charge.

CHAPITRE PREMIER

Travaux hydrauliques¹.

Le barrage est constitué par un déversoir arrasé à la cote 637^m,30 et surmonté d'une série de vannettes de 70 cm. de hauteur. Ce déversoir est en béton de ciment, avec coursier en moellons piqués. Le seuil en est formé par un platelage en bois de 20 cm. d'épaisseur, sur lequel sont fixées les selles et barres d'appui des vannettes. Le tout est coffré par une enceinte de pilotis et de palplanches. Avec la pile et la vanne de chasse qui le termine sur la rive droite, l'ouvrage a une longueur de 64^m,60, dont 60^m,60 d'ou-

Prise d'eau. — Elle est formée par deux murs perpendiculaires au cours de la Sarine, entre lesquels sont fixées deux séries de trois vannes. Chaque vanne est double, avec appareil de manœuvre distinct. La première, dite à gravier, est placée du côté de la rivière; elle a 40 cm. de hauteur et reste baissée pendant les hautes eaux, en facilitant ainsi le dépôt du gravier dans la chasse qui longe le mur aboutissant à la vanne du barrage. Les deux doubles vannes ouvertes laissent pénétrer une lame d'eau de 1 m. de hauteur sur 17^m,80 de largeur (fig. 3 et 4).

Canal. — De la prise, l'eau s'écoule dans un canal en béton de ciment armé à profil trapézoïdal, d'une longueur

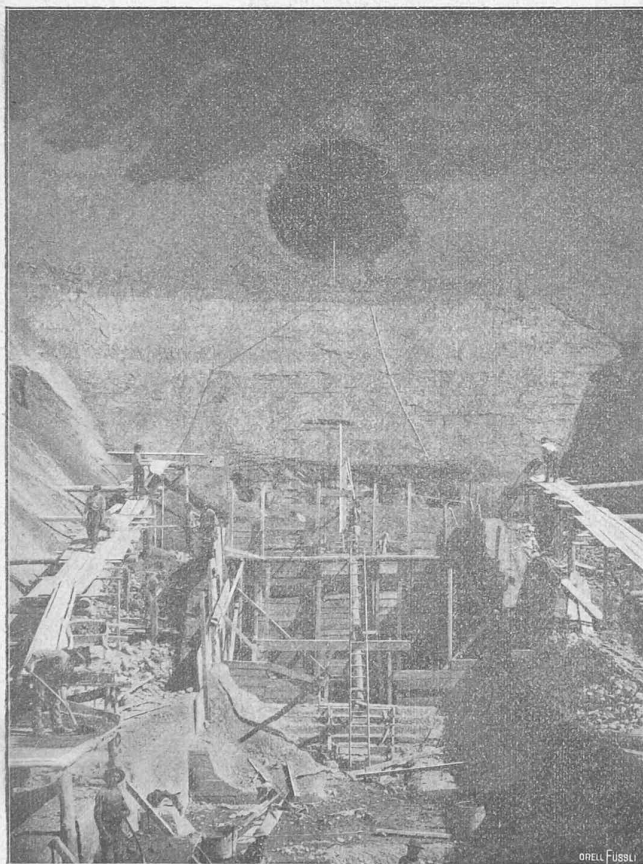


Fig. 8. — Travaux de fondation pour les conduites forcées.

verture libre. Sa largeur est de 7^m,50 et sa hauteur varie de 7 à 8^m,10 y compris les fondations. Le barrage s'appuie à gauche et à droite sur deux murs construits en amont et parallèlement au cours de la rivière; leurs longueurs sont respectivement de 35^m,60 et 62^m,50. Celui de la rive droite est surmonté d'une murette garde-corps et vient se souder à la prise d'eau (fig. 1 et 2).

La dérivation comprend la prise, le canal à ciel ouvert et le tunnel avec canal de décharge.

¹ D'après une publication de M. Delisle, ingénieur et directeur des travaux hydrauliques.

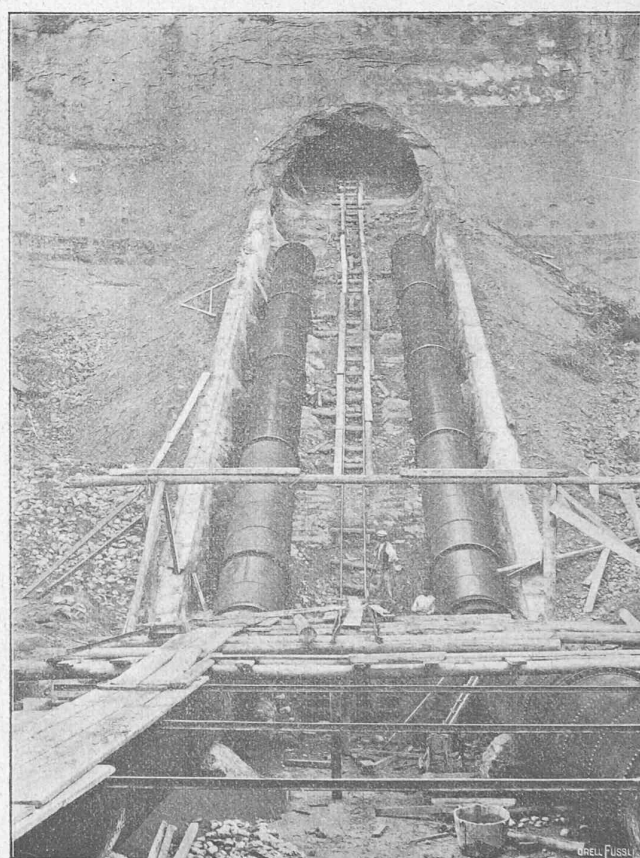


Fig. 9. — Montage des conduites forcées.

de 383 m.; la section totale de celui-ci mesure 30,80 m²; la section utile n'est que de 11,65 m², car le couronnement des cavaliers a dû être arrasé à la hauteur des plus hautes eaux. Ce bief se termine par une chasse, avec vanne de purge et déversoir réglant le niveau de l'eau à la cote de la retenue, avant son entrée dans le souterrain (fig. 5).

Tunnel. — La partie la plus considérable de l'entreprise est, à coup sûr, le tunnel amenant à Hauterive l'eau dérivée à Thusy.

Ce tunnel a une longueur de 9218 m., une hauteur de 4^m,55 et une section utile de 15 m². La vitesse moyenne

mesurée est de $1^{\text{m}},15$ à la seconde, le débit 12 m^3 , la pente de $0^{\text{m}},60$ par kilomètre. La forme intérieure du souterrain est, à peu de chose près, celle des tunnels de chemins de fer. Le radier est horizontal, les parois perpendiculaires au radier et la voûte en plein cintre. Le tracé passe en ligne brisée sous les nombreuses collines dont les escarpements pittoresques suivent le bord sinueux de la rivière. Le travail de perforation s'est exécuté dans la molasse, à l'exception de plusieurs bancs de poudingues d'une épaisseur totale de 200 m. , et de 1250 m. dans la boue glaciaire. Le revêtement complet comprend 3900 m. de

de 200 litres à la seconde. La perforation du tunnel et du canal de décharge a comporté l'extraction de $147\,924 \text{ m}^3$ de molasse et $17\,200 \text{ m}^3$ de sable, gravier, etc.

Mise en charge. — Le tunnel se termine sur le plateau de Monteynan par le bâtiment de mise en charge. Ce dernier comprend : trois prises pour les conduites forcées, avec vannes et grilles ; un déversoir réglant la hauteur de l'eau à la cote $632^{\text{m}},37$; un dépotoir formant chasse, avec vanne de fond pour le gravier et vanne de surface pour la glace. La décharge est en souterrain sur une longueur de

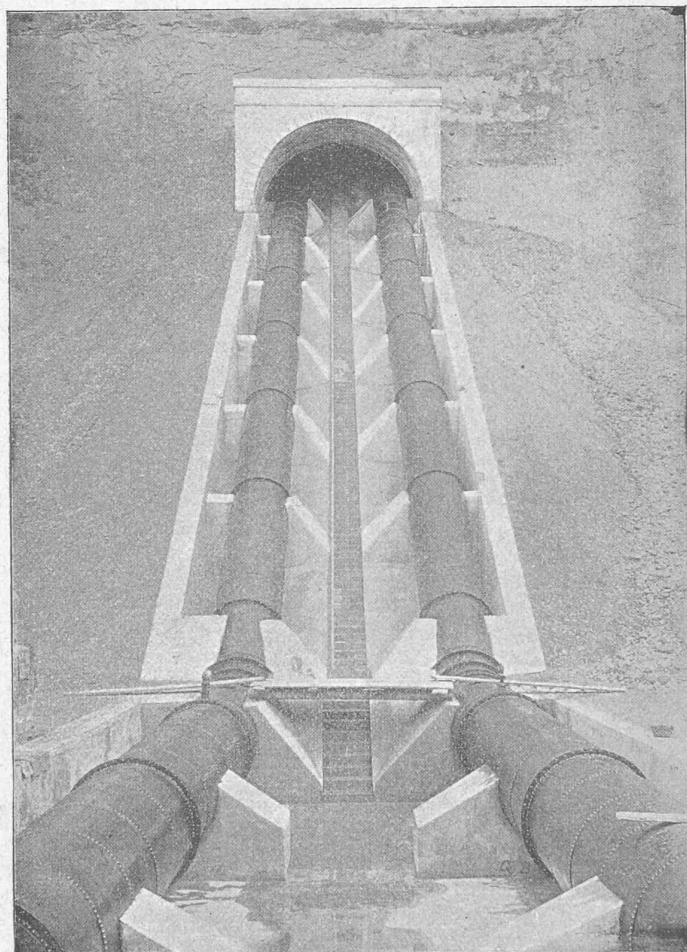


Fig. 40. — Conduites forcées.

longueur (fig. 11 et 12).

On a pratiqué, entre les deux extrémités du tunnel, aux points où le tracé affleure les falaises de la Sarine, 11 fenêtres ou galeries latérales servant à multiplier les points d'attaque. Quatre d'entr'elles ont été ensuite aménagées en vannes de purge et les autres murées. A cet effet, le radier a été exécuté avec une pente de $0^{\text{m}},02$ par mètre sur une longueur de 100 m. à l'amont, pour reprendre sa pente normale au droit de la fenêtre par un brusque ressaut de 2 m. de hauteur. Au km. $5,92$ on a capté au moyen d'un siphon le ruisseau du Chambérots, d'un apport

286 m. et se termine par un canal à ciel ouvert, aménagé de façon que le trop-plein, en regagnant son ancien lit, ne forme qu'un jet continu de 32 m. de hauteur (fig. 6, 7 et 11).

Conduites forcées. — La masse liquide est amenée à l'usine par deux conduites en pression, de $126^{\text{m}},30$ de longueur, formées de deux files de tuyaux en tôle d'acier, rivés, de $1^{\text{m}},60$ de diamètre. Elles sont composées de tronçons de 6 m. , dont l'épaisseur varie, de haut en bas, de 5 à 10 mm. Les joints, avec cordes en caoutchouc, sont bou-

USINE DE THUSY-HAUTERIVE

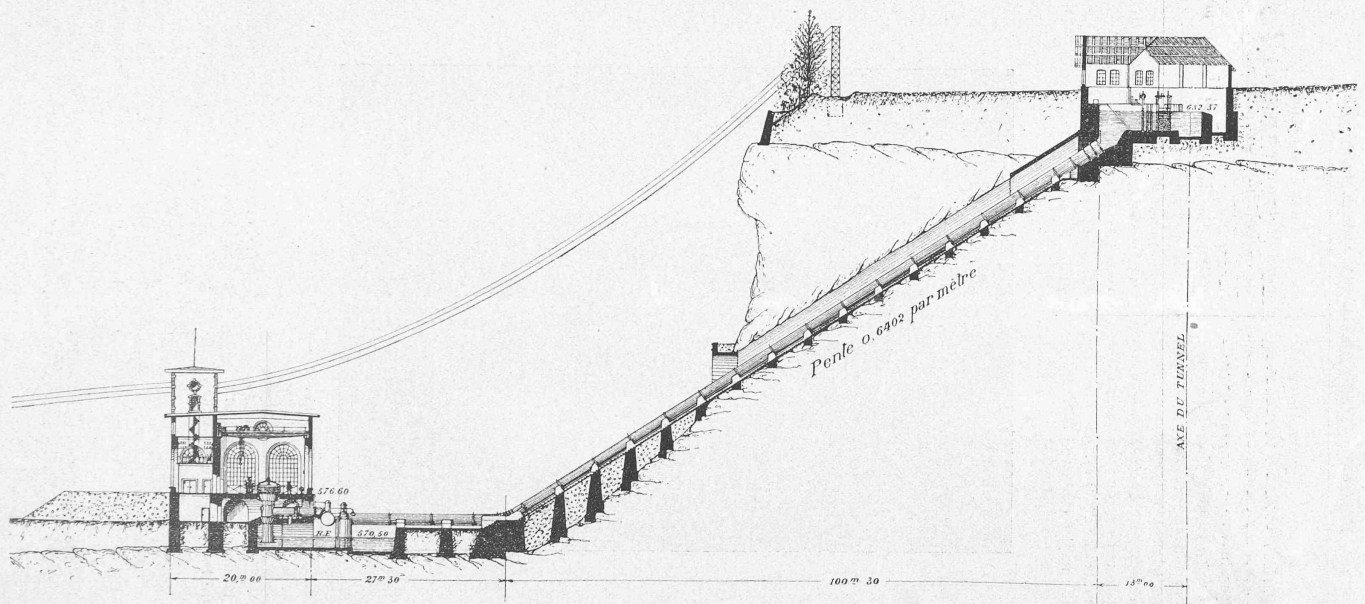


Fig. 11. — Coupe sur le bâtiment de mise en charge et l'usine, suivant l'axe du tunnel des conduites forcées.
Echelle : 1 : 715.



Fig. 12. — Entrée du tunnel du canal d'amenée.

lonnés. Ces tuyaux reposent sur des piliers de béton, placés à 5 m. de distance l'un de l'autre d'axe en axe (fig. 8, 9 et 10).

La conduite de distribution, en tôle d'acier de 12 mm. d'épaisseur, a une longueur de 32^m,30 et un diamètre de 1^m,80 ; elle porte les tubulures sur lesquelles viennent se brancher normalement les prises pour les turbines (fig. 13).

Ajoutons, pour être complet, que les conduites sont munies de 2 robinets à air, pouvant servir d'hydrants, de 4 vannes-papillon à manœuvre hydraulique, permettant de distribuer ou d'isoler l'eau en pression, et enfin de 3 vannes de décharge. Les amorces et l'emplacement pour une troisième conduite forcée ont été prévues.

La conduite a été livrée par la maison Bell & Cie, à Kriens.

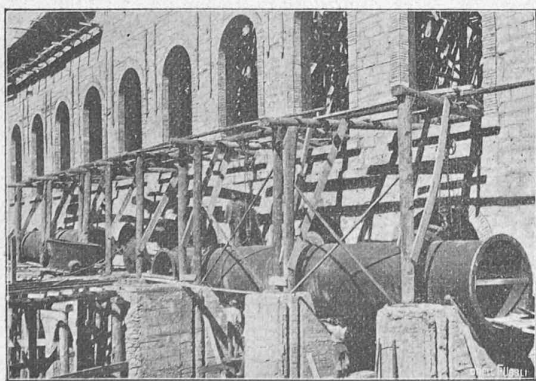


Fig. 13. — Pose de la conduite sous pression à l'usine.

(A suivre!).

Divers.

Tunnel du Simplon.

Etat des travaux au mois de décembre 1905.

Ouvriers.	Côté Nord Brigue	Côté Sud Iselle	Total
<i>Hors du tunnel.</i>			
Total des journées	n. 2969	6849	9818
Moyenne journalière	» 112	257	369
<i>Dans le tunnel.</i>			
Total des journées	» 6717	19403	26120
Moyenne journalière	» 279	771	1050
Effectif maximal travaillant simultanément	n. 308	340	648
<i>Ensemble des chantiers.</i>			
Total des journées	» 9686	26252	35938
Moyenne journalière	» 391	1028	1419

Renseignements divers.

Côté Nord. — La pose de la voie définitive, y compris la seconde couche de ballast, est terminée dès le portail Nord jusqu'au km. 10,140.

Côté Sud. — Les travaux de revêtement dans la galerie parallèle sont achevés. La première couche de ballast est répandue sur tout le versant Sud du tunnel, sauf sur une longueur de 240 m. vers le portail Sud. Le matériel de la voie définitive est déposé sur une longueur de 7400 m. le long d'un piédroit du tunnel. La pose sera continuée en partant du milieu du tunnel jusqu'au portail Sud.

Les eaux provenant du tunnel ont comporté 1062 litres par seconde, dont 328 provenant des venues d'eau chaude de la contrepente, au km. 9,100 à partir du portail Sud.

Tunnel du Ricken.

Bulletin mensuel des travaux. (Extrait). — Décembre 1905.

Galerie de base.	Côté Sud Kaltbrunn	Côté Nord Wattwil	Total
Longueur à fin novembre 1905	m. 2157,0	2925,3	5082,3
Progrès mensuel à la main	» 127,0	88,6	215,6
Longueur à fin décembre 1905	» 2284,0	3013,9	5297,9
% de la longueur du tunnel	» 26,5	35,0	61,5
Perforation à la main :			
Progrès moyen par jour	m. 4,38	3,28	—
Progrès maximum par jour	» 7,8	7,1	—
Températures (maxima, mesurées pendant la ventilation).			
De la roche, à l'avancement (Degrés C.)	18,0	18,0	—
De l'air, »	21,0	19,0	—
Venues d'eau (lit. p. sec.)	24,0	1,8	—

Renseignements divers.

Côté Sud. — La galerie de direction a rencontré de puissants plis de marne tendre et dure et de grès calcaire ; des 127 m. de galerie percés, 54 l'ont été dans la marne dure, 56 dans la marne tendre et 17 dans le grès calcaire. Au km. 2,277 une source de 4 lit. p. sec. environ a été rencontrée. Le radier est achevé entre les m. 6 à 78 à partir du portail. Cube total excavé : 61 630 m³, soit le 20,5 %. La canalisation de 80 cm. pour la ventilation a été prolongée jusqu'au km. 1,610.

Côté Nord. — Des 88 m. de galerie de direction percés, 70 l'ont été dans le grès et 18 dans la marne. Une source a été rencontrée au km. 2,975 ; la roche est sèche à l'avancement. La galerie de faite inférieure est percée jusqu'à 1150 m. du portail.