

L'usine de la Maigrage, à Fribourg

Autor(en): **Reyff, F. de**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **31 (1905)**

Heft 19

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-24875>

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: *L'Usine de la Maigrange, à Fribourg*, par M. F. de Reyff, ingénieur. — *Les résultats définitifs de la détermination de l'axe du tunnel du Simplon*, par M. Rosenmund, professeur. — *L'architecture moderne en Allemagne*, par M. A. Lambert, architecte (suite) (Planches 6 et 7). — **Divers**: *Sociétés*: Association suisse des électriciens. XVIII^e assemblée générale. — Association amicale des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne: Demandes d'emploi.

L'Usine de la Maigrange, à Fribourg¹.

Par M. F. DE REYFF, ingénieur.

C'est à M. Ritter, un ingénieur neuchâtelois, que revient l'honneur d'avoir utilisé le premier la force de l'eau pour des grandes entreprises dans le canton de Fribourg². A cet effet il constitua par actions, en 1869, la « Société générale suisse des Eaux et Forêts ». Cette société obtint

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

² G. RITTER. *Bulletin de la Société neuchâteloise des sciences naturelles*. Tome XXX. Neuchâtel, 1903, p. 374.

une concession de force motrice et son œuvre fut déclarée d'utilité publique par le Grand Conseil, déclaration qui lui donnait le droit d'expropriation dans tout le canton.

Nous n'avons pas à refaire ici l'historique complet de la Société des Eaux et Forêts, qu'il nous suffise de rappeler que ses débuts furent difficiles.

En 1874, la Société des Eaux et Forêts fut mise en liquidation; on devine à quel point le développement de ses affaires en fut paralysé. Cependant, après quatorze ans de crise, personne ne se présentant pour racheter la Société, elle parvint à se rendre indispensable; un meilleur

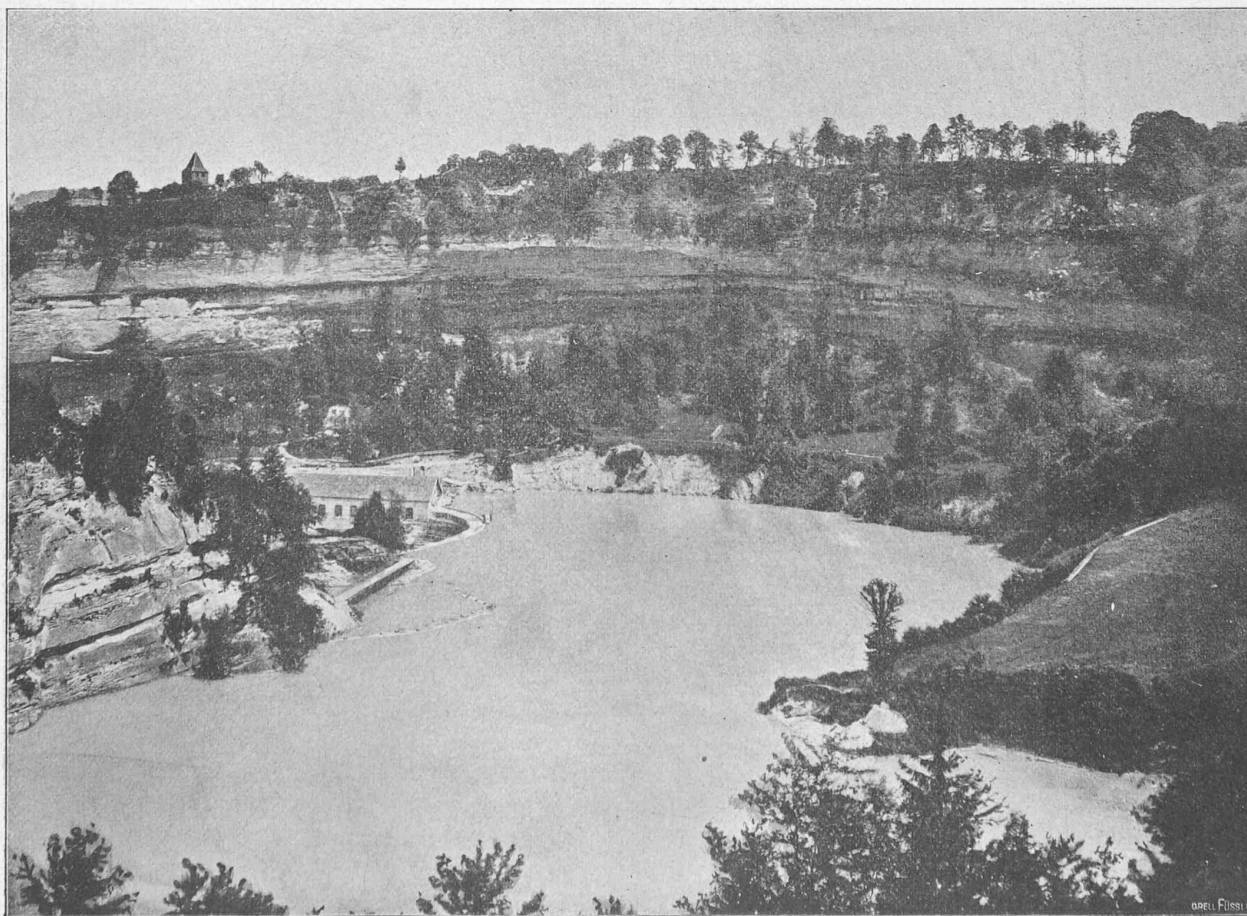


Fig. 1. — L'Usine de la Maigrange et l'ancien lac de Péroles sur la Sarine. (Vue prise en 1872.)



Fig. 2. — Lac de Pérolles, près Fribourg.

accueil fut fait à son eau filtrée, et ses hydrantes rendaient d'inappréciables services.

Ce n'est qu'à partir de 1888 que s'ouvrit pour cette entreprise une véritable ère de prospérité, époque à laquelle l'Etat s'en rendit acquéreur.

Le Grand Conseil ratifia à l'unanimité, en septembre de la même année, l'acquisition des Eaux et Forêts au prix de Fr. 585 000 et l'Etat en commença l'exploitation le 4 octobre.

Avant de suivre l'Entreprise des Eaux et Forêts sur le

terrain des progrès accomplis à partir de ce moment-là jusqu'à nos jours, il importe de revenir un peu en arrière, et de nous arrêter à décrire brièvement la première construction de l'usine hydro-électrique de la Maigrauge. De cette manière nous pourrions apprécier davantage le chemin parcouru.

* * *

L'usine hydro-électrique de la Maigrauge, située à quinze minutes environ de Fribourg, fut construite en 1872, par l'ancienne « Société générale suisse des Eaux et Forêts », sous la direction de l'ingénieur G. Ritter, de Neuchâtel.

Cet établissement avait pour but d'alimenter d'eau potable la ville de Fribourg et de fournir la force aux industries projetées sur le plateau de Pérolles, telles que la Fabrique de wagons, détruite peu après par un incendie, la Scierie de Pérolles, la Fonderie de Fribourg, puis, plus tard, la Fabrique d'engrais chimiques.

Afin d'avoir la chute d'eau nécessaire, un barrage en béton de 180 m. de longueur, 6 m. de largeur au couronnement, 23 m. à la base et 16 m. de hauteur, soit un monolithe de 40 000 m³, barre la vallée de la Sarine et permet d'utiliser à l'usine, au moyen d'un canal d'aménée, une chute de 10 m., tout en formant en amont une sorte de lac artificiel (fig. 1 à 3).



Fig. 3. — Le chantier de l'Usine de la Maigrauge et du barrage sur la Sarine. (Vue prise en 1872.)

En 1872, l'usine comportait deux turbines seulement, de 300 chev. chacune, construites par la maison J.-J. Rietter, de Töss; l'une était destinée au service des eaux, l'autre à celui de la force.

L'eau potable était prise dans la rivière et filtrée dans deux grands tambours placés dans la nappe d'eau, au-dessus de l'usine. L'eau filtrée à travers le sable du fond du lac, qu'elle traversait pour pénétrer dans le tambour, s'écoulait de celui-ci à l'intérieur de l'usine. Une pompe, actuellement encore en activité, élève l'eau jusqu'au grand réservoir du Guintzet, situé sur une des hauteurs environnant la ville et d'une contenance de 4000 m³. De là, une conduite en fonte de 430 mm. de diamètre distribue l'eau sous une pression variant de 6 à 15 atmosphères; cette eau est destinée aussi bien aux usages industriels (moteurs hydrauliques) qu'à la consommation ménagère.

Les filtres à tambours donnèrent dès le début de mauvais résultats et furent remplacés, peu après leur construction, par un double filtre artificiel établi en aval de l'usine.

Une source d'eau, d'un débit constant de 160 litres à la minute, fut captée à peu de distance dans les rochers de la Sarine et amenée à l'usine par une conduite en fonte, suspendue à travers la rivière par un câble d'acier; elle

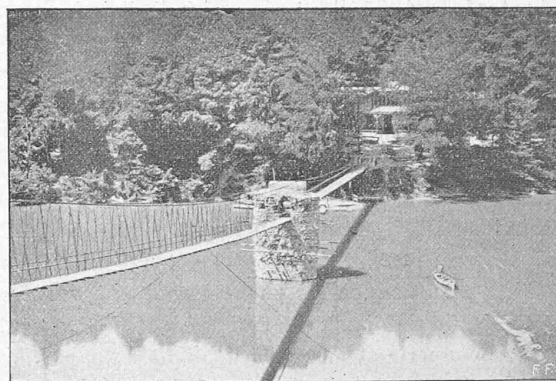


Fig. 5. — Passerelle sur la Sarine.

contribue pour une faible part au débit nécessaire, mais par contre équilibre d'une façon à peu près convenable la température des eaux filtrées.

Cette nouvelle disposition a nécessité l'adjonction, aux machines de l'usine, d'un groupe de deux pompes centrifuges; elles sont actionnées par une transmission et ont comme réserve une petite turbine à haute pression (15 atmosphères) de la force de 30 chev. Actuellement un moteur électrique, de 30 chev. également, sert de réserve en cas d'avarie.

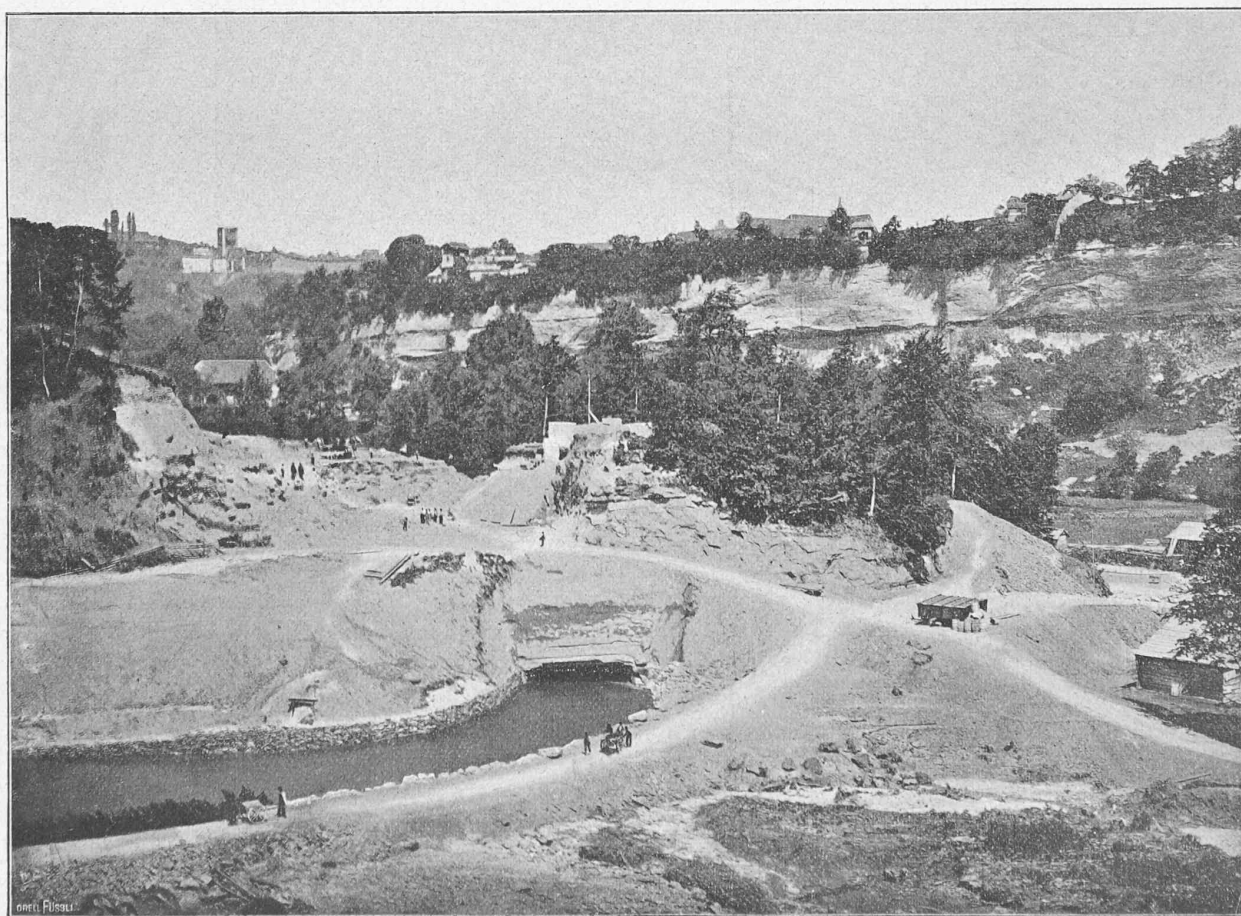


Fig. 4. — Le canal de dérivation de la Sarine pour l'Usine de la Maigrauge. (Construit en 1870.) — Entrée du tunnel.

Plus tard, en 1885, il fut nécessaire d'adjoindre encore deux groupes de pompes élévatoires, ce qui porte à trois le nombre des pompes actionnées par la même turbine, et qui fonctionnent encore aujourd'hui d'une manière satisfaisante.

La deuxième turbine, également d'une force de 300 chev., alimentait en force motrice les quelques établissements industriels disséminés sur le plateau de Pérolles, et cela au moyen de câbles d'acier d'une étendue de 1700 m. Ces câbles étaient supportés par des poulies à gorges en fonte, de 4^m,50 de diamètre, montées sur d'énormes piliers en maçonnerie et placées à différentes stations, distantes les unes des autres d'environ 150 m. Les changements de direction, ainsi que les embranchements, se faisaient au moyen de pignons à engrenage (fig. 7).

lumière et force électriques sont à la disposition du public.

Remarquons cependant en passant que les établissements industriels du plateau de Pérolles, tels que la Grande Scierie de l'Etat, la Fabrique d'engrais chimiques et la Fonderie mécanique continuent à employer la force hydraulique transmise par câbles télédynamiques.

Au 31 décembre 1892 le bénéfice annuel de la nouvelle administration des Eaux et Forêts atteint le joli chiffre de Fr. 50 767.75. Cette entreprise est donc une bonne affaire pour l'Etat, et son avenir s'annonce brillant.

L'année suivante, le Grand Conseil autorisa le Gouvernement à remplacer le câble de transmission par l'énergie électrique. En 1895 la transformation des anciennes installations est complètement achevée et la force hydraulique ne sert plus qu'à produire l'électricité.



Fig. 6. — Usine de la Maigrage sur la Sarine.

En 1888, une troisième turbine de 300 chev. fut établie comme réserve pour le service des pompes et en prévision de son adaptation à une installation électrique.

L'Etat de Fribourg ayant en 1888, comme nous l'avons raconté plus haut, fait l'acquisition de l'Entreprise des Eaux et Forêts pour le prix de Fr. 585 000, on mit immédiatement à l'étude un projet d'installation électrique destinée à une distribution, soit de force, soit de lumière.

A vrai dire, le problème du transport à distance de l'énergie électrique était déjà théoriquement résolu en 1887¹; mais l'application n'en fut faite que le 4 octobre de l'année suivante.

A cette date la fourniture des machines ainsi que l'exécution des travaux fut confiée à MM. Cuénod et Sautter, à Genève, qui terminèrent l'installation en 1891. Dès 1892

Il sera intéressant d'examiner maintenant plus en détail, et au point de vue technique, le placement de l'énergie.

Voici en quoi consistait la première installation de 1891 : Elle comprenait deux génératrices à courant continu, type Thury, d'une puissance de 100 kw. chacune, actionnées par la troisième turbine au moyen d'un engrenage et d'une transmission à corde, remplacée plus tard par deux courroies (fig. 8).

La distribution du courant était à trois fils, avec une tension de 150 volts pour l'éclairage et de 300 volts pour la force.

Deux feeders desservaient la ville : l'un, de 210 mm² de section, alimentait le centre et la ville basse, tandis que l'autre, de 132 mm², était plus spécialement destiné au service des moteurs se trouvant dans les quartiers supérieurs. Deux régulateurs automatiques de tension assuraient la régularité du courant.

¹CRAUSAZ. *Bulletin de la Société fribourgeoise des Sciences naturelles*. Compte-rendu 1883-87.

Le développement de la petite industrie, les résultats favorables de l'entreprise, et enfin la nécessité d'améliorer l'éclairage électrique rendu peu stable par les à-coups des moteurs, décidèrent l'Etat à transformer la transmission de force par câbles téléodynamiques qui existait encore sur le plateau de Pérolles, et à la remplacer par l'électricité, tout en augmentant la force disponible.

En 1895 l'ancienne turbine de 300 chev. fut remplacée par une autre de 500 chev., sur laquelle furent couplées à angle droit, au moyen de pignons d'engrenage et d'ac-couplements Raffard, deux génératrices Thury à courant

En 1897, la question des tramways de Fribourg ayant reçu une solution définitive, l'administration des Eaux et Forêts, afin de pouvoir fournir les 60 chev. de force demandés par la Société des tramways, fit installer deux batteries d'accumulateurs destinées à venir en aide aux génératrices de lumière, sur lesquelles un certain nombre de moteurs de force moyenne sont couplés.

Un local tout désigné pour l'installation des batteries d'accumulateurs fut les anciens magasins d'équipements militaires, situés sous l'Hôtel cantonal. Les deux batteries installées sont du type germano-suisse, brevet Théréc-

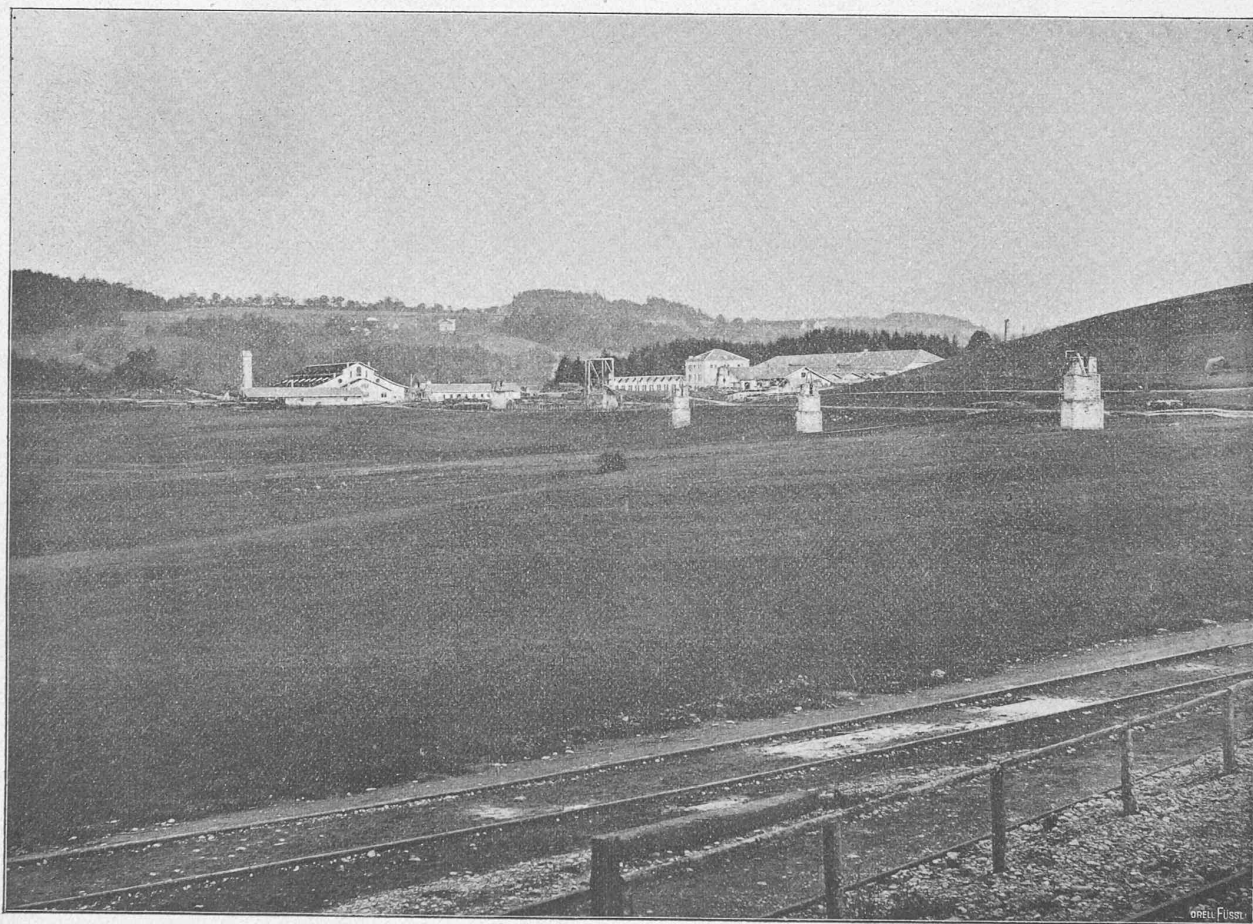


Fig. 7. — Le plateau de Pérolles et le transport de force par câbles téléodynamiques à la Fabrique de wagons et à la Grande scierie.

continu, donnant chacune 500 ampères sous 350 volts (fig. 9).

Le système à trois conducteurs fut aussi adopté, afin de pouvoir livrer le courant à 300 volts aux anciens moteurs abonnés, construits pour 300 volts. Seule la grande scierie de Pérolles possède deux moteurs à 600 volts, l'un de 100 chev., l'autre de 25 chev.; le tramway a en outre, comme nous le verrons plus tard, un groupe transformateur dont la réceptrice est aussi à 600 volts.

L'alimentation des différents moteurs est faite au moyen d'un feeder de 200 mm² de section, sur 1500 m. de longueur, reliant la centrale au centre de distribution, qui se trouve près de la gare.

Ablasser. Chaque batterie comprend 85 éléments de 1038 ampères-heures de capacité, au régime de décharge de 173 ampères; cette capacité descend à 873 ampères-heures au régime de décharge de 291 ampères.

Les batteries étant chargées avec un courant à tension constante, qui est celle du réseau d'éclairage, les éléments mis hors de circuit pour effectuer la charge à intensité constante, avec le courant de l'usine, sont alors chargés séparément à l'aide d'un groupe fourni par la maison Alioth; il comprend un moteur à 4 pôles de 40 chev. et 2 génératrices à 4 pôles de 20 chev. chacune, montées en porte-à-faux et dont les induits sont clavetés sur le même arbre que celui du moteur. Outre les appareils de mesures

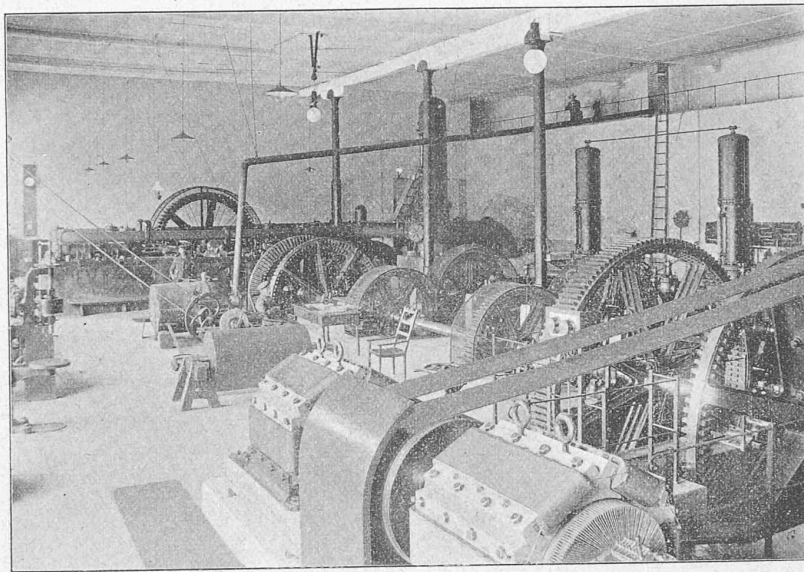


Fig. 8. — Groupe turbine-dynamos de 300 chev., pour le service de l'éclairage.

et de sûreté, la batterie possède deux réducteurs automatiques ¹.

Aujourd'hui les services des eaux et de l'électricité absorbent la totalité de l'énergie produite à l'usine de la Maigrange.

La statistique suivante, établie à la fin de l'année 1904, donne une idée de l'importance et du développement acquis par ces deux services dans la ville de Fribourg :

Service des eaux.

Hauteur de pression dans la conduite d'amenée 150 m.

¹ R.-B. RITTER. *Installation à Fribourg de deux batteries d'accumulateurs*. Paris, de Loye et Fils, 1898.

Pression moyenne dans le réseau de distribution	120 m.
Longueur de la conduite d'amenée	1800 »
Diamètre de la conduite d'amenée	430 mm.
Contenance du réservoir de distribution	4000 m ³ .
Débit annuel d'eau	2 530 000 »
» journalier moyen par tête d'habitant	403 litres.
Nombre d'abonnés	828
Longueur totale du réseau de distribut.	25,7 km.

Services électriques.

Nombre de lampes à incandescence	12 190
» » bougies correspondant	156 375
» » lampes à arc et Nernst	26

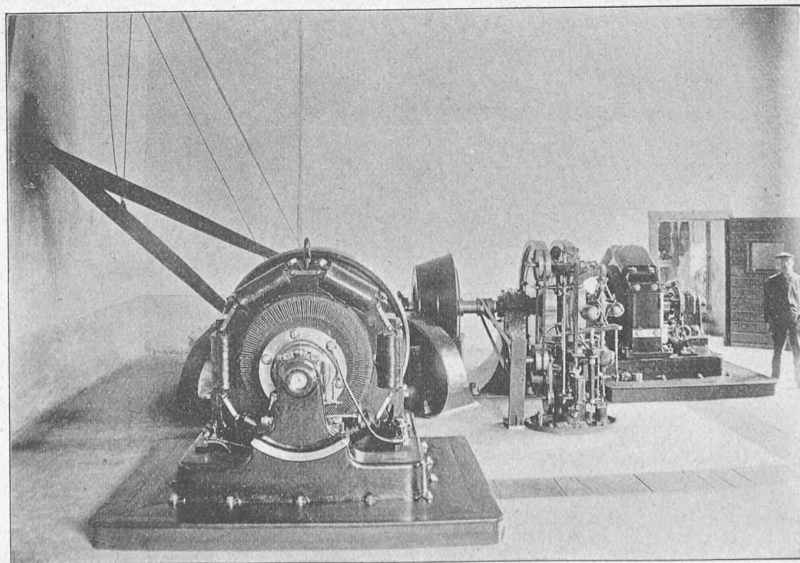


Fig. 9. — Groupe turbine-dynamos de 500 chev., pour le service de la force.

Nombre de bougies correspondant	2415
Puissance utilisée pour l'éclairage	556 kw.
Nombre d'appareils de chauffage	143
Puissance correspondante	63 kw.
Nombre de moteurs abonnés	69
Puissance correspondante	419 chev.
» totale des moteurs abonnés	540 »
» totale de l'énergie abonnée	975 kw.
Recette totale des abonnements annuels :	
A l'éclairage	114 887.30 fr.
Au chauffage	1 550.65 »
Recette totale des abonnements annuels	
à la force électrique	79 875.— fr.
Recette totale des abonnements	196 312.95 »

le chiffre de 500 kw. abonnés sur le réseau à courant triphasé.

En présence de ces progrès incessants, l'usine de la Maigrauge a dû limiter son réseau à courant continu aux quartiers inférieurs de la Ville, soit du Bourg et de la Planche, et, comme nous venons de le dire, emprunter l'énergie à l'usine d'Hauterive pour les quartiers extérieurs de Pérolles, des Places, de Beauregard et pour la banlieue.

Un poste transformateur de puissance équivalente à ceux de Pérolles et de la Grand'Place est en train d'être construit dans le quartier de Beauregard.

Les canalisations aériennes de distribution dans les rues ne pouvant répondre aux besoins, un vaste réseau



Fig. 10. — Pose des câbles devant l'Hôtel cantonal.

Cliché de la Fabrique de câbles électriques Aubert, Grenier & C^e, à Cossonay (Vaud).

Ces quelques chiffres, en comparaison de la puissance utile de l'usine de la Maigrauge, donnent une idée du développement des services électriques et de la nécessité d'emprunter à l'entreprise d'Hauterive le supplément d'énergie électrique nécessaire.

En effet, depuis deux ans il a été construit, pour les quartiers extérieurs, deux postes transformateurs capables de livrer chacun 500 kw., soit en lumière, soit en force électrique.

A la fin de l'année 1904, le réseau des quartiers de Pérolles et des Places alimentait par le courant triphasé :

Lampes à incandescence	4230 (nombre).
» à arc	13 »
Fournissant au total	50 490 bougies.
Moteurs	19 (nombre).
Consommant	160 chevaux.
Soit des installations consommant	300 kw.

Le développement constant du quartier de Pérolles et de certaines industries durant l'année 1905 fera atteindre

souterrain est en cours d'exécution ; une partie fonctionne déjà, là surtout où l'alimentation se fait par le courant triphasé.

Les câbles souterrains, livrés par la maison Aubert, Grenier & C^e, à Cossonay, comprennent chacun un seul conducteur, composé d'un toron de cuivre isolé au papier et avec des matières fibreuses, séché dans le vide, puis imprégné de matière isolante ; l'épaisseur de l'isolation est de 3 mm. La gaine extérieure est constituée par une seule couche de plomb épais, ce qui assure, sur les systèmes à deux couches, l'avantage d'une résistance mécanique beaucoup plus grande et diminue les chances d'avarie durant la pose. Comme enveloppe extérieure, les câbles sont recouverts d'une enveloppe de papier et de jute, fortement imprégnée de matière hydrofuge.

Les câbles sont placés dans des caniveaux renforcés, en brique provenant des briqueteries de Thayngen dans le canton de Schaffhouse. Des buffets de sectionnement, placés tous les 200-300 m., permettent d'interrompre le

courant seulement sur les sections en travail ou en réparation.

Afin de faciliter la distribution du courant aux petits moteurs triphasés au moyen des conduites de lumière, et de maintenir la tension primitive de 150 volts aux bornes des lampes alimentées par le courant triphasé, le système à quatre conducteurs, soit avec fil neutre, a été adopté; les petits moteurs branchés sur ce réseau reçoivent donc du courant triphasé à 250 volts. Seuls les abonnés à une puissance d'une certaine importance reçoivent du courant triphasé à 500 volts, au moyen de canalisations souterraines ou aériennes, selon les circonstances.

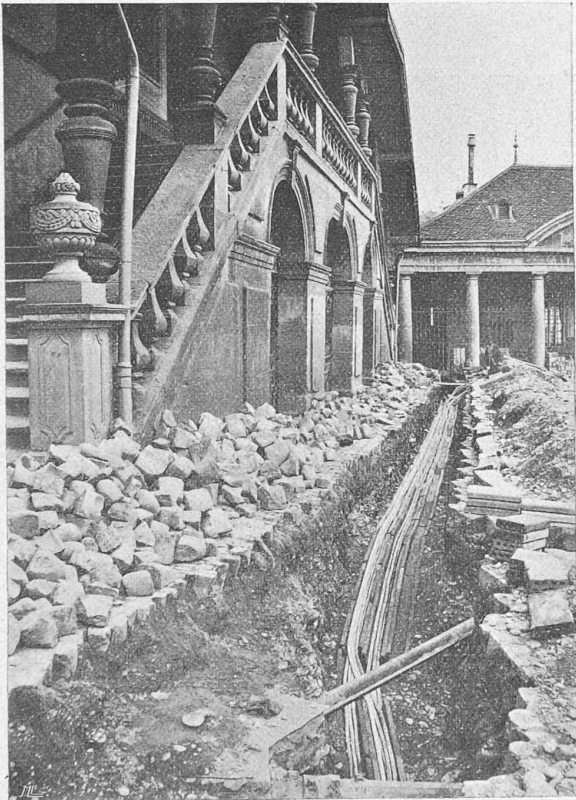


Fig. 11. — Pose des câbles devant l'Hôtel cantonal.

Cliché de la Fabrique de câbles électriques Aubert, Grenier & C^e, à Cossonay (Vaud).

La longueur totale des câbles souterrains qui seront posés vers la fin de l'année courante, atteindra le chiffre de 74 km.

Ajoutons, en dernier lieu, qu'un projet qui vient d'être adopté prévoit l'installation, à l'usine de la Maigrange, de deux moteurs triphasés asynchrones, l'un de 300 chev. et l'autre de 500 chev., comme réserve en cas d'avarie ou de manque d'eau.

Les services électriques à courant continu de l'usine de la Maigrange, avec toute leur puissance affectée à l'éclairage et à l'alimentation des petits moteurs, seront ainsi assurés d'une façon parfaite.

Fribourg, juillet 1905.

Les résultats définitifs de la détermination de l'axe du tunnel du Simplon.

Par M. ROSENMUND, professeur.

Lorsque, le 24 février 1905, les 19 803 m. de tunnel furent percés on se demanda déjà avec quelle exactitude la rencontre des deux axes s'était produite. Une vérification définitive put seulement être entreprise le 15 août et donna les résultats suivants :

Ecart latéral des axes au point de rencontre . . .	0 ^m ,202
Ecart dans le nivellement des axes	0 ^m ,087
Longueur du tunnel :	

Déterminée par triangulation entre deux points voisins des portails des galeries de direction	19 756 ^m ,31
Déterminée par mesure directe	19 755 ^m ,52
Ecart.	0 ^m ,79

La vérification de l'écart latéral des deux axes dura 19 heures. Vers le milieu du tunnel, à l'endroit qui, du côté Sud, réserva de grandes difficultés pendant plusieurs mois avant le percement, des eaux chaudes tombaient du faite de la galerie, et même lorsque celles-ci eurent été déviées sur les côtés du tunnel à l'aide de tôles cintrées pour permettre la détermination de l'axe, il subsistait une buée qui rendait impossible les visées à grande distance. Du côté Nord, une visée ne pouvait, dans la partie remplie par la buée, être prolongée au delà de 180 m.; du côté Sud, on n'obtenait que des visées de 95 m. et 65 m.

D'après les calculs de la triangulation, on pouvait s'attendre à un écart latéral probable de 0^m,05 dans la situation des axes. Le surplus trouvé par la vérification définitive doit être attribué en grande partie aux erreurs commises dans les déterminations d'axes à l'intérieur du tunnel.

Lors de la vérification définitive, environ 3 km. de tunnel ont été nivelés dans les deux nuits consécutives des 13/14 et 14/15 août. Ces nivellements furent exécutés par M. l'ingénieur Gassmann, du Bureau topographique fédéral. On était autorisé à conclure des résultats concordants des nivellements entrepris dans le tunnel pendant les diverses vérifications d'axes principales, que l'écart des deux axes à leur rencontre ne devait pas dépasser 5 cm. environ. Si l'écart se trouve plus grand, c'est que des variations du seuil du tunnel doivent s'être produites aux points où l'on arrêtait le nivellement lors d'une détermination d'axe, et d'où l'on repartait lors de la détermination d'axe subséquente, plusieurs mois ou une année après.

Quant à la longueur du tunnel, le calcul par triangulation avait révélé une erreur probable de 0^m,56; l'erreur supplémentaire doit être attribuée au mesurage direct, auquel il fut procédé soit avec des lattes de construction soignées et comparées, soit avec une roue de mesure de 3 m. de circonférence.