Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 41 (1915)

Heft: 22

Artikel: Les machines hydrauliques à l'Exposition nationale suisse de 1914, à Berne

Autor: Neeser, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-31642

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: 19.07.2025

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

41me Année. 25 Novembre 1915. N° 22

Bulletin technique de la Suisse romande

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES — PARAISSANT DEUX FOIS PAR MOIS

RÉDACTION : Lausanne, 2, rue du Valentin : Dr H. DEMIERRE, ingénieur.

SOMMAIRE : *Les machines hydrauliques à l'Exposition nationale suisse de Berne, en 1914*, par R. Neeser, ingénieur (suite). — L'École de Saint-Jean, M. Alfred Olivet, architecte. — Résultats financiers de l'exploitation des chemins de fer des Etats-Unis d'Amérique pendant le premier semestre 1915. — Extrait du programme de concours pour l'étude des plans d'un Hôtel de District au Locle. — Société suisse des Ingénieurs et des Architectes. — *Bibliographie*. — Service de placement de la Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes.

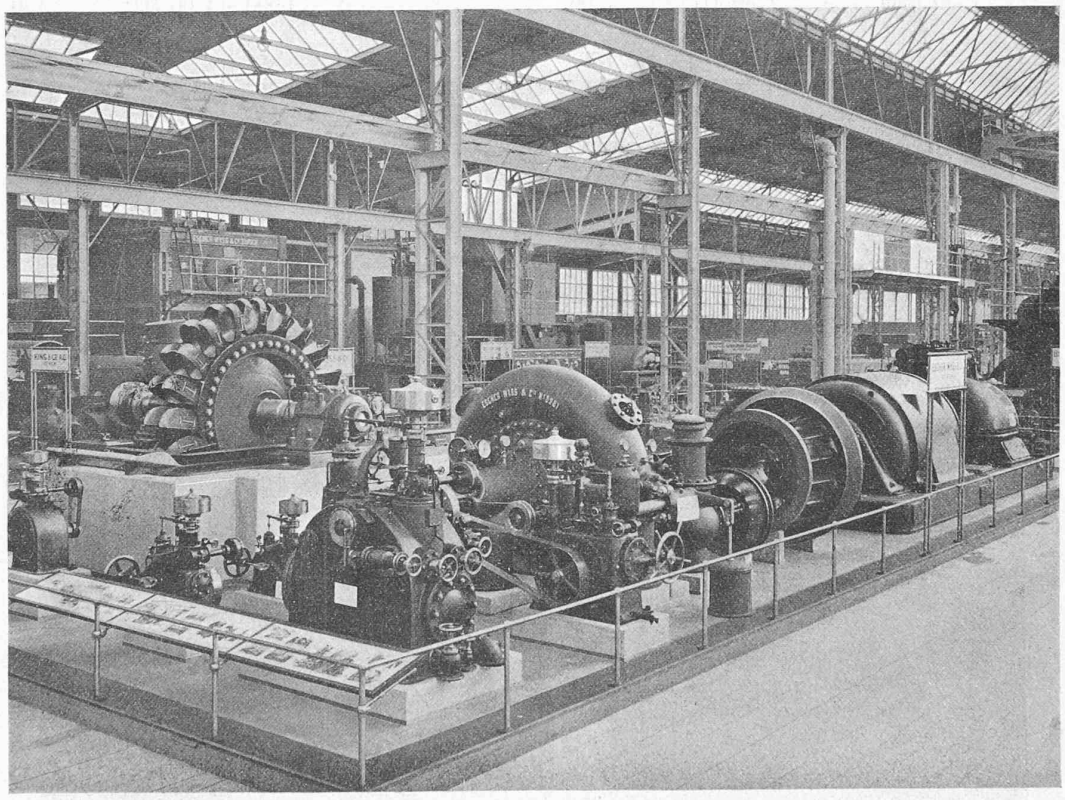


Fig. 1. — *Escher-Wyss & Cie, Zurich*: Vue générale du stand des turbines hydrauliques.

Les machines hydrauliques à l'Exposition nationale suisse de Berne, en 1914.

par R. Neeser, ingénieur,
professeur à l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne.

(Suite)[1].

Description des machines exposées.

Nomenclature des notations adoptées.

Voici les principales notations adoptées dans la suite de cet exposé :

H = Chute nette, en mètres ;

Q = Débit, en m³ ou litres par sec. ;

N = Puissance effective, en chevaux ;

n = Vitesse de rotation, en tours par minute ;

D = Diamètre moyen des roues Pelton (diamètre du cercle tangent à l'axe du jet) ;

d = Diamètre des jets de turbines Pelton ;

D_1 = Diamètre d'entrée des roues de turbines Francis ;

D_s = Diamètre extérieur de sortie des roues de turbines Francis ;

L_1 = Largeur des distributeurs de turbines Francis ;

n_s = Nombre de tours spécifique de la turbine :

$$n_s = \frac{n}{H}\sqrt{\frac{N}{\sqrt{H}}} ;$$

n'_s = Nombre de tours spécifique par roue (pour les turbines Francis) ou par jet (pour les turbines Pelton) $n'_s = \frac{n_s}{\sqrt{i}}$, si i = nombre des roues ou des jets de la turbine ;

[1] Voir N° du 25 octobre 1915, page 228.

E = Energie totale, en kg. m., des servo-moteurs;
τ = Temps de manœuvre, en sec., des servo-moteurs;
δ = Degré d'irrégularité, ou statisme, des régulateurs;
v_0 = Vitesse de l'eau dans les tubulures d'entrée des turbines, pour le débit maximum.

1. Escher, Wyss et Cie, Zurich.

Nomenclature des objets exposés.

1. Turbine Pelton, à axe horizontal, à un injecteur circulaire, commandée par un régulateur à double action, construite pour :
$H = 340$ m. ; $Q = 2250$ l/sec. ; $N = 8250$ HP ; $n = 300$.

Cette unité était destinée à l'usine de la Borgne (Valais), construite par la *Société suisse de l'Aluminium de Schaffhouse*.

2. Une série de 3 turbines Pelton de 12, 62 et 165 HP de puissance maximum, la première munie d'un réglage à main du pointeau et les deux autres munies à la fois d'un réglage à main et d'un régulateur automatique.

3. Une turbine Francis double, à bâche en spirale, à axe horizontal, à aubes distributrices pivotantes, commandées par un régulateur automatique à huile sous pression et munie, en outre, d'un orifice compensateur asynchrone. Les données de cette turbine sont :
$H = 140$ m. ; $Q = 2500$ l/sec. ; $N = 3700$ HP ; $n = 600$.

Cette unité est destinée à l'usine de la Chute de l'Ance de la *Société générale d'Entreprises Fougerolles Frères*.

4. Une roue de turbine Francis, en fonte brute, pour la centrale de Seros, de l'*Ebro Irrigation Co*. Données caractéristiques :
$H = 50$ m. ; $Q = 30$ m³/sec. ; $N = 15000$ HP ; $n = 250$.

Un modèle de l'usine de Seros, exécuté à l'échelle de 1 : 50 était également exposé dans le stand de la maison Escher, Wyss & Cie.

5. Une roue de turbine Francis, en fonte, avec aubes en tôle d'acier, construite pour l'usine de Faal (Autriche) :
$H = 14{,}8$ à $11{,}3$ m. ; $Q = 38{,}5$ à 40 m³/sec. ;
$N = 6000$ à 4500 HP ; $n = 150$.

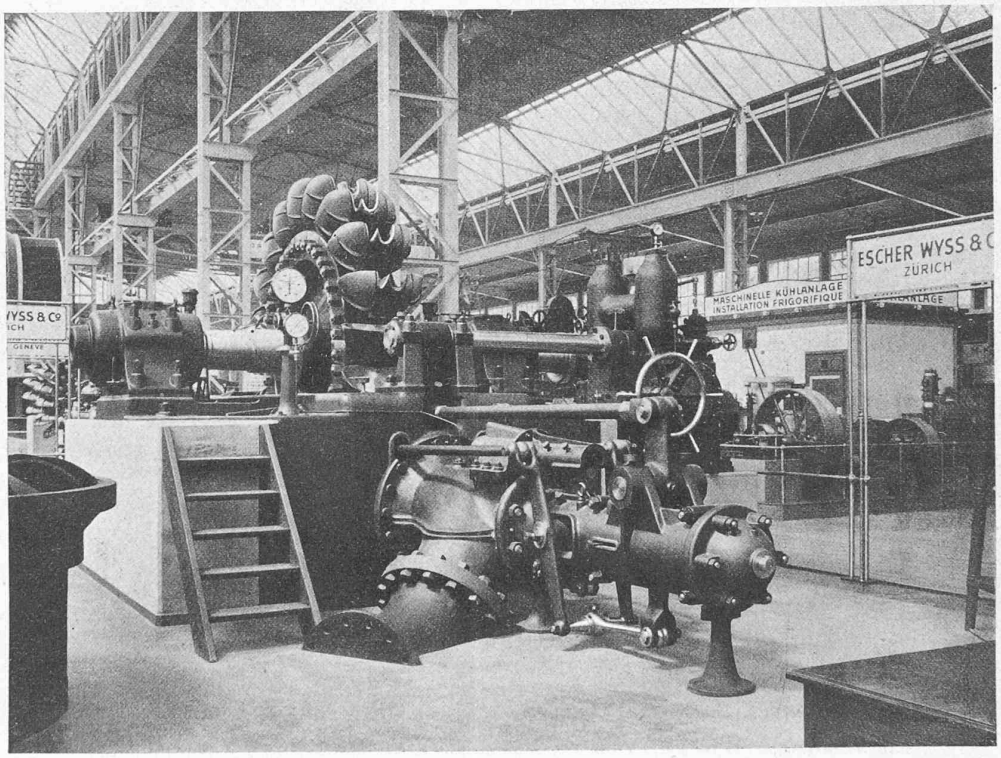


Fig. 2. — Turbine Pelton destinée à l'Usine de la Borgne.
$H = 340$ m. ; $Q = 2250$ l./sec. ; $N = 8250$ HP ; $n = 300$ t./min.

6. Une série de 3 régulateurs universels du même type, à huile sous pression, savoir :

un N° 0	pour une énergie de		50 kg. m.
un N° 00	»	»	120 kg. m.
un N° VI	»	»	5500 kg. m.

1. Turbine Pelton de la Borgne.

Cette turbine est destinée à l'usine de la Borgne, construite par la Société *Aluminium-Industrie A.-G.*, Neuhausen ; elle utilise les chutes de la Borgne et de la Dixence dans le canton du Valais. L'eau de ces deux torrents, qui parcourent des vallées sensiblement paral-

lèles, est amenée par un système de galeries, à une prise de charge commune ; de cette dernière partent deux conduites forcées de 900 m. de longueur, dont les diamètres varient de 1100 à 900 mm.

L'usine qu'alimentent ces tuyaux est située dans le voisinage du village de Bramois. Cette tuyauterie, fournie également par la Maison *Escher, Wyss et Cie*, est constituée par des tuyaux soudés au gaz à l'eau ; les assemblages circulaires de la partie supérieure sont à emboîtement rivés, tandis que ceux de la partie inférieure sont à brides folles.

Pour le moment l'usine comprend deux groupes générateurs ; mais elle sera par la suite occupée par 4 turbines génératrices et deux turbines d'excitation. Les turbines génératrices sont construites pour fournir chacune, sous une chute de 340 m., une puissance normale de 7500 HP, pouvant être poussée à 8250 HP ; leur vitesse de rotation varie entre 273 et 300 tours par minute. Quant aux turbines excitatrices, leur puissance est de 650 HP à 800 tours par minute.

La Maison *Escher, Wyss & Cie* a exposé une des deux turbines génératrices avec son régulateur à double action (fig. 2, 3 et 4). La roue motrice, dont le diamètre moyen est de $D = 2500$ mm., est actionnée par un seul jet de 200 mm. de diamètre ; le rapport $\frac{D}{d}$ est donc de 12,5 ; nous croyons savoir que ce jet de 200 mm. est le plus gros qui ait été adopté à ce jour.

La roue motrice (voir fig. 3 et 4) porte 20 aubes Pelton en acier moulé ; chacune de ces aubes est serrée sur la périphérie d'un disque, en acier moulé également, au moyen de deux segments à emboîtement circulaires, légèrement coniques, disposé symétriquement de part et d'autre du disque et assemblés par des boulons (fig. 3) qui ne travaillent

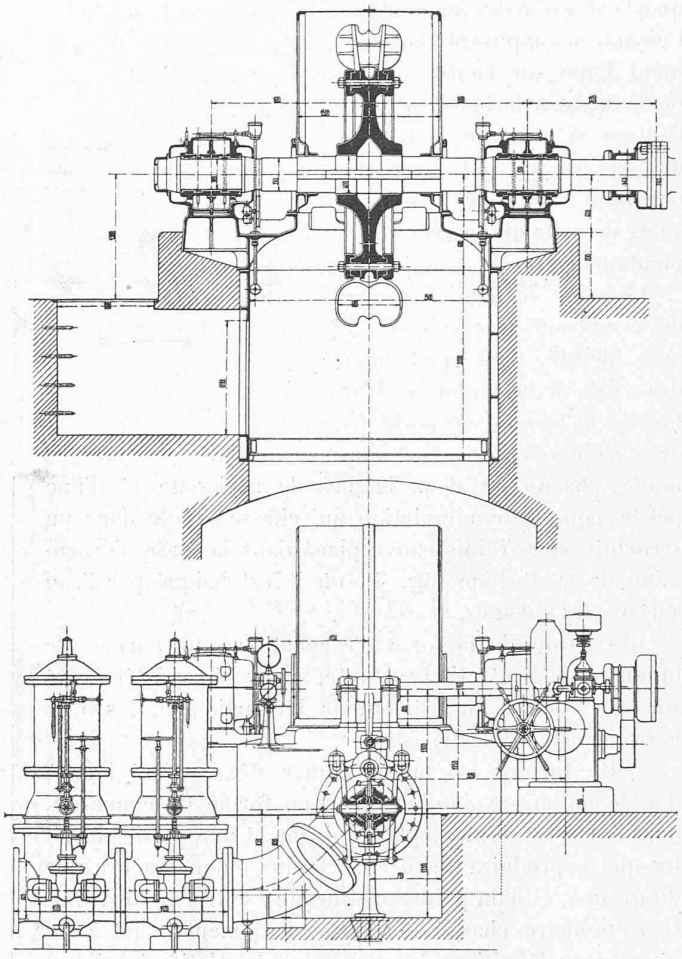


Fig. 3. — Turbine Pelton. — 1 : 75.
de la Borgne : coupe axiale et vue de face.

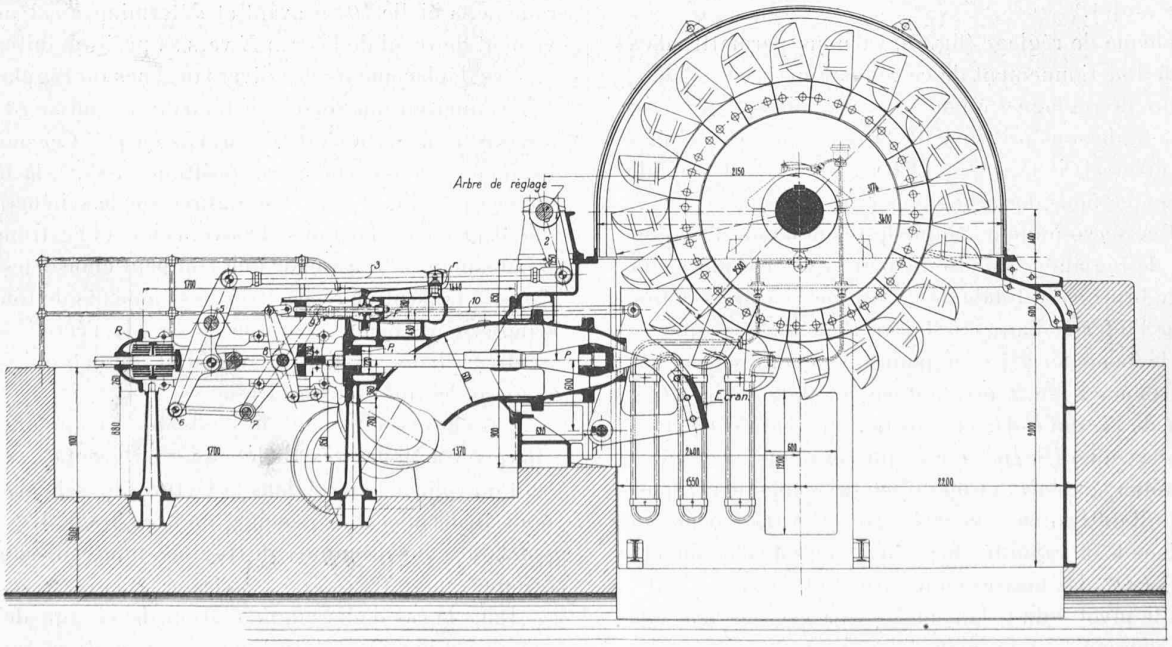


Fig. 4. — Turbine Pelton, de la Borgne: Coupe par le distributeur. — 1 : 60.

qu'à l'extension due au montage. Ces aubes s'appuyent mutuellement l'une sur l'autre par les faces radiales de leurs pattes de fixation, si bien que la poussée du jet est, en fait, supportée par toute la série des aubes voisines de celle qui la reçoit momentanément.

Ce mode de fixation permet de remplacer, cas échéant, et avec facilité, l'une quelconque des aubes de la couronne. L'arbre de la turbine est porté par deux paliers de 320 × 650 mm., munis chacun de deux bagues de graissage et d'une petite pompe de circulation qui chasse l'huile dans un serpentin de refroidissement placé dans la fosse d'évacuation de la turbine (fig. 4), où il est baigné par l'eau sortant des aubages.

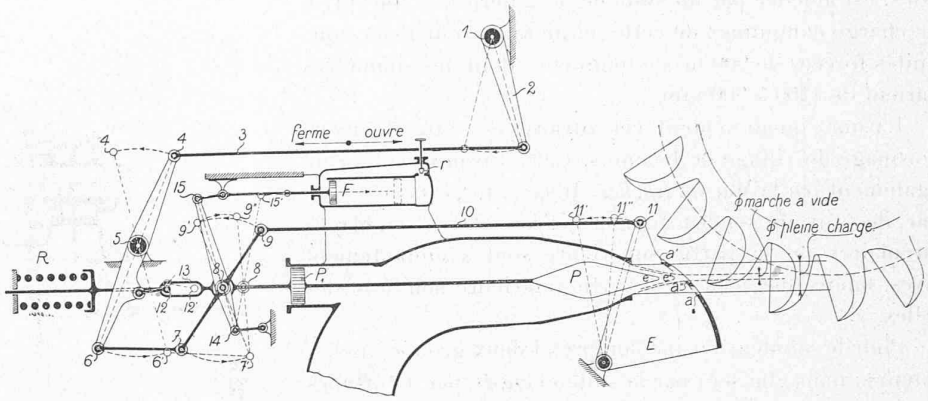


Fig. 5. — Turbine Pelton, de la Borgne : Schéma du réglage double.

Les parois de la fosse d'évacuation sont garnies de blindages de protection en fonte, sur les faces latérales et sur celle opposée au distributeur. La partie supérieure de la bâche est en tôles rivées.

Cette turbine est munie d'un système de réglage à double action, savoir d'un écran en forme de coupe-jet, dont le but est d'intercepter rapidement une partie du jet lorsque se produira une décharge plus ou moins brusque du groupe, et d'un pointeau situé au centre du distributeur circulaire, chargé de ramener lentement le jet à ses dimensions définitives. Les mouvements relatifs des divers éléments du réglage sont combinés de telle sorte que, en régime normal, à chaque position du pointeau, donc à chaque diamètre du jet, corresponde une position bien déterminée de l'écran, telle que son arête soit sensiblement tangente au jet.

Le schéma de réglage (fig. 5), va nous permettre d'expliquer le fonctionnement de ce régulateur.

L'arbre de réglage *1* reçoit son mouvement d'un servomoteur à huile sous pression de la série normale (Régulateur Universel N° IV ; $E = 1250$ kg. m. ; $\tau = 1$ seconde) d'un type que nous décrirons plus loin.

C'est ce servo-moteur unique qui commande le double système de réglage. Admettons, pour fixer les idées, une décharge brusque et totale de la turbine ; l'arbre *1* actionnera, par l'intermédiaire du levier *2* la bielle *3* qui fait osciller le balancier *4-5-6* ; le point *6* amènera par la bielle *6-7*, le balancier *7-8-9* pivotant en *8*, et la bielle *10*, le point *11* de l'écran *E* dans la position *11'* ; l'arête *a* arrivant en *a'* interceptera le jet plein qui, dès lors, n'atteindra plus la roue. Cette déviation du jet s'est effectuée rapidement, limitant l'emballement du groupe à la valeur correspondant à la rapidité du mouvement de l'écran et à l'inertie (PD^2) des masses en mouvement.

Mais le pivot *8* du balancier *7-8-9*, n'est pas fixe dans l'espace comme l'est le centre d'oscillation *5*, de *4-5-6*. Ce pivot *8* est porté par la tige du pointeau *P* ; or, cette dernière, sollicitée par l'ensemble des efforts agissant sur le pointeau *P* et sur le piston équilibreur P_1, ainsi que par la poussée du ressort *R*, commence à se déplacer dans le sens d'une fermeture dès l'instant où, grâce au mouvement de *4-5-6*, vers *4'-5-6'*, la butée *12* qui se trouvait au fond de la coulisse *13*, pratiquée dans la tige du pointeau et empêchait la fermeture de celui-ci, commence, elle aussi, à se déplacer vers *12'*. Mais le pointeau ainsi libéré ne peut se déplacer dans le sens d'une fermeture qu'en entraînant le levier *14*, dont l'extrémité *15* actionne le piston *F* d'un frein à huile de 180 mm. de diamètre. La vitesse de fermeture du distributeur est réglée à volonté en *r* au moyen d'un robinet à pointeau qui permet de modifier la section de passage de l'huile comprimée par le piston *F*. Cette vitesse de fermeture du pointeau sera déterminée de manière à éviter des surpressions dangereuses dans la conduite forcée alimentant la turbine. Mais, tandis que le pointeau du distributeur se ferme, le balancier *7-8-9*, entraîné par *8*, et oscillant dorénavant autour de *7'*, ramène la bielle *10* en avant et détermine ainsi un mouvement de recul de l'écran *E* vers sa position initiale.

Ces déplacements des divers organes du régulateur ne se termineront que lorsque le fond de la coulisse *13* viendra s'appuyer sur la butée *12* désormais en *12'*. A ce moment le balancier *7-8-9* sera dans la position *7'-8'-9''*, la bielle *10* dans la position *9''-11''* (non figurée sur le schéma), tandis que l'arête *a* de l'écran se trouvera en *a''* et l'extrémité *e* du pointeau en *e''*. Il est clair que l'on peut choisir les dimensions et la position respectives des éléments de toute cette tringlerie, de façon à ce que l'arête de l'écran soit tangente au diamètre, désormais réduit, du jet qui frappe à nouveau les aubes de la turbine.

Les choses se passent de semblable façon lors de décharges fractionnaires quelconques du groupe.

Pour plus de clarté dans la lecture du schéma (fig. 5), nous avons affecté des mêmes indices les lettres correspondantes aux positions de régime limite de ces divers organes.

Dans le cas d'une augmentation de charge de l'alternateur actionné par la turbine, augmentation qui tend à

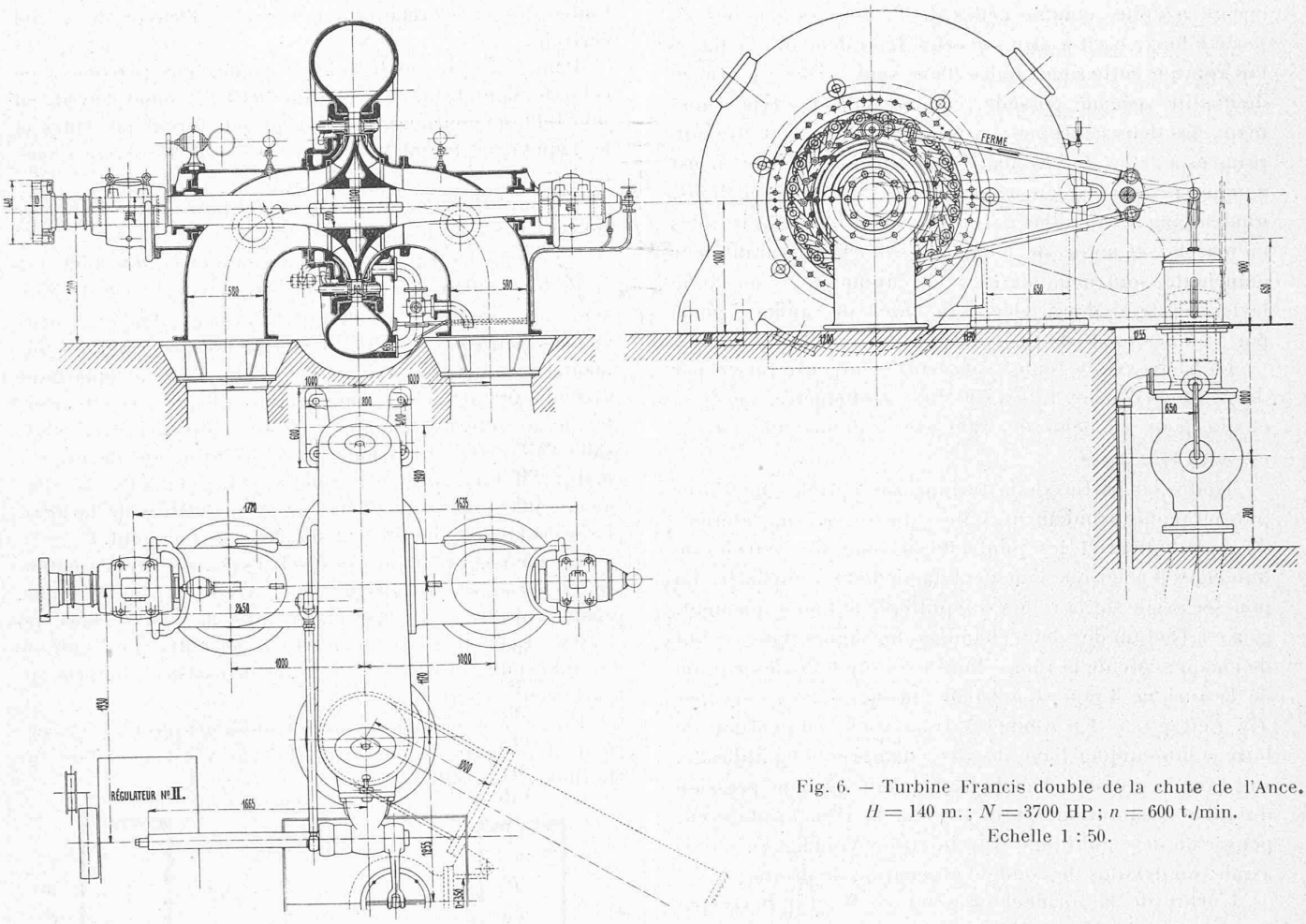


Fig. 6. — Turbine Francis double de la chute de l'Ance.
$H = 140$ m. ; $N = 3700$ HP ; $n = 600$ t./min.
Echelle 1 : 50.

produire une ouverture du distributeur, l'arbre *1* détermine un mouvement de *3* dans le sens opposé à celui que nous venons d'étudier ; l'écran, s'écartant de l'axe du jet, se rapprochera de *a*, tandis que le pointeau, entraîné par la butée *12*, reviendra en arrière, augmentant le diamètre du jet et, par là, la puissance de la turbine. Ces deux mouvements de l'écran et du pointeau s'exécutent simultanément et avec une vitesse qui dépend exclusivement du servomoteur, car le piston *F* du frein à huile n'oppose plus de résistance appréciable, l'huile chassée par lui pouvant, grâce à un clapet de retenue situé en *r*, retourner librement dans le cylindre du frein.

2. Turbine Francis de la Chute de l'Ance.

Cette turbine, exécutée pour l'usine de la Chute de l'Ance, construite par la *Société générale d'Entreprises Fougerolles Frères*, a été établie pour les données suivantes :

$H = 140$ m. ; $N = 3700$ HP ; $n = 600$ t./min.

Quatre unités semblables sont destinées à cette usine ; elles seront alimentées par deux conduites de 247 m. de longueur et 1500 mm. de diamètre, capables de débiter, en tout, 5000 l/sec. Un cinquième groupe sera installé par la suite. On voit, par les données qui précèdent, que le nombre de tours spécifique de cette turbine est de $n_s = 75$, ce qui, puisque la turbine est à double roue, ramène le nombre de tours spécifique d'une seule roue à $n_s' = \frac{n_s}{\sqrt{2}} = 53$ seulement. C'est à peu près la limite inférieure que l'on peut assigner au coefficient n_s' ; les turbines de ce type (roue très lente) exigent, surtout lorsqu'il s'agit de hauteurs de chute de cette importance, une grosse expérience dans le choix des formes à donner aux aubages du distributeur et de la roue mobile. Il est difficile, en effet, d'obtenir dans ces conditions, un rendement suffisamment élevé et, surtout, de réduire à un minimum acceptable, l'usure des pièces baignées par la veine liquide. La Maison *Escher, Wyss et Cie* n'en est pas d'ailleurs à ses premiers essais ; elle a construit plusieurs turbines de ce genre, entr'autres, pour ne citer que deux exemples récents, celles de l'Albula (Suisse), et celles de Tuxpango (Mexico $H = 170$ m.).

La turbine de la Chute de l'Ance rappelle d'ailleurs, par plus d'un détail, celles de l'Albula ; la différence qui nous paraît devoir être la plus caractéristique consist

dans le fait que la roue motrice de la turbine qui nous occupe n'a plus, comme celles de l'Albula, ses aubes en porte à faux, c'est-à-dire ouvertes latéralement; la fig. 6 fait voir que cette roue coulée d'une seule pièce, en bronze de qualité spéciale possède, comme dans les types normaux, les deux couronnes extérieures qui avaient été supprimées à celles de l'Albula. Quant au distributeur, il est à aubes pivotantes, en acier moulé, dont les tourillons, guidés dans des douilles garnies de métal blanc, graissables en marche, et munis de manchettes de cuir assurant leur étanchéité, sont manœuvrés extérieurement au moyen de leviers et de bielles attelées à un cercle de vannage porté par l'un des fonds du distributeur.

La bâche est en fonte, soigneusement entretoisée par des boulons d'acier. Elle a 650 mm. de diamètre d'entrée, ce qui, pour un débit de 2500 l/sec., donne une vitesse $v_0 = 0{,}144 \sqrt{2gH}$.

Toutes les parties de la turbine susceptibles de s'user plus ou moins rapidement, telles que les parois latérales du distributeur et les joints de la roue sont garnies de blindages d'acier que l'on peut facilement remplacer. La poussée axiale sur la roue est équilibrée automatiquement, grâce à l'action des deux chambres ménagées dans ce but de chaque côté de la roue. (Voir à ce sujet la description de la turbine Francis, à bâche en spirale, exposée par *Th. Bell & Cie*). Un robinet à trois voies, susceptible de faire communiquer l'une de ces chambres d'équilibrage, soit avec la pression dans la bâche, soit avec la pression du tube d'aspiration, permettrait à la rigueur de compenser un déséquilibrage trop intense. (Voir fig. 6, coupe axiale, en dessous du coude d'évacuation de droite).

L'arbre de la turbine, en acier *S. M.*, est porté par deux paliers de 210 et 170 mm. de diamètre, suspendus par une bride verticale à chacun des deux coudes d'aspiration. Ces derniers sont prolongés en aval par des diffuseurs coniques de 580/1000 mm. de diamètre et de 6 m. de longueur, ce qui porte la hauteur d'aspiration à 7 m. au total à partir de l'axe.

Les aubes du distributeur sont actionnées par deux bielles attelées à un régulateur automatique à huile sous pression qui commande également, lorsque se produisent des décharges importantes et rapides de la turbine, un orifice compensateur. Ce dernier est du type de ceux construits depuis de longues années par la Maison *Escher, Wyss et Cie*; il nous paraît suffisamment connu pour que nous puissions nous abstenir d'en répéter ici la description.

Nous donnerons plus loin le détail du régulateur de cette turbine. *(A suivre)*

L'Ecole de Saint-Jean.

Architecte : M. *Alfred Olivet*.

Depuis quelques années, la ville de Genève ou plutôt l'agglomération genevoise s'accroît rapidement du côté de l'ouest, soit sur le territoire de la commune du Petit-Saconnex. Le quartier de Saint-Jean en particulier, qui domine les falaises du Rhône entre Sous-Terre et la Jonction, a pris un développement intense. Il y a là tout un quartier dont la naissance est contemporaine du deuxième centenaire de Jean-Jaacques Rousseau, en 1912, et dont les rues portent toutes des noms relatifs à la vie et à l'œuvre du grand écrivain.

Pour satisfaire aux besoins de ce nouveau quartier et de celui de Saint-Jean, la mairie du Petit-Saconnex ouvrit, en juin 1912, un concours. Dix-neuf projets furent présentés et les vainqueurs furent MM. *Alfred Olivet* et *Alexandre Camoletti*.

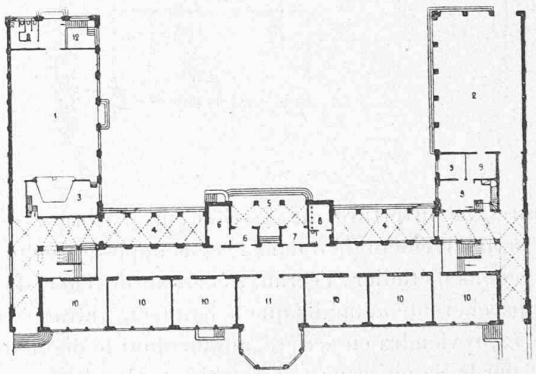
En mai 1913, la première pierre fut posée, et, le 11 février 1915, l'école a été inaugurée.

Voici une description sommaire du nouvel immeuble.

Le bâtiment se compose d'un corps central au toit élevé, avec, au centre, un clocheton d'où l'on jouit d'une vue merveilleuse sur toute la ville. Deux grandes ailes latérales forment, l'une, un préau couvert, l'autre, la salle de gymnastique avec une grande galerie dans le fond, et qui sert en même temps de salle de réunion, avec six cents places. A cette salle s'ajoute une ravissante petite scène munie de décors, marque Molina, projecteur, rampe, lustre, etc., etc.; la scène a cinq mètres de profondeur sur douze mètres de largeur. La décoration de la salle est simple et de bon goût.

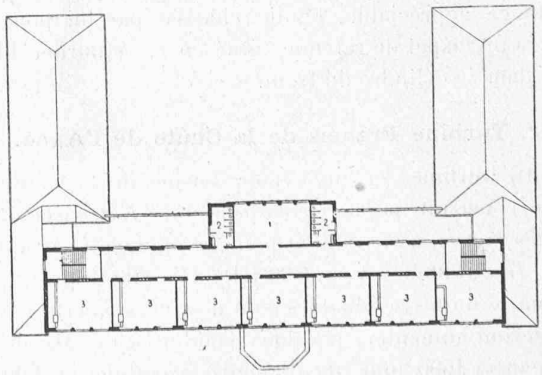
L'école comprend, au rez-de-chaussée, six classes enfantines et une grande salle de jeux. Au 1er et au 2me étage, également six classes par étage, avec de vastes baies, où l'air peut pénétrer largement; il y a, en outre, une salle de couture, bibliothèque, etc. Dans les mansardes, sont les appartements des régents.

Un grand préau au-dessus des moraines permet aux enfants de s'ébattre joyeusement. La vue y est splendide sur le Rhône et la ville.



Plan du rez-de-chaussée. — 1 : 1000

LÉGENDE : 1 = Gymnastique et réunions. — 2 = Préau couvert. — 3 = Scène. — 4 = Porche d'entrée. — 5 = Entrée enfantine. — 6 = Maîtres. — 7 = Attente. — 8 = W.-C. — 9 = Concierge, chambres et cuisine. — 10 = Classes. — 11 = Salle de jeux. — 12 = Vestiaire.



Plan des étages. — 1 : 1000.

LÉGENDE : 1 = Bibliothèque et salle de couture au 2me étage — 2 = W.-C. et lavabos. — 3 = Classes.