Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 50 (1924)
Heft: 15

Artikel: Note sur l'usine de Chancy-Pougny
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-39083

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

50e année 19 juillet 1924 N° 15

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : Dr H. Demierre, ing. Paraissant tous les 15 jours

ORGANE AGRÉÉ PAR LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN
ORGANE DE L'ASSOCIATION SUISSE D'HYGIÈNE ET DE TECHNIQUE URBAINES
ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Note sur l'usine de Chancy-Pougny. — Quelques propriétés des alliages légers d'aluminium. — XIXe Conférence de l'Union internationale de tramways, de chemins de fer d'intérêt local et de transports publics automobiles.* — Sociétés : *Cinquantenaire de la Société vaudoise des Ingénieurs et des Architectes* (suite). — *Société suisse des Ingénieurs et des Architectes. — Programme du Congrès de 1924 de l'Association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux.* — Carnet des Concours. — *Association amicale des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne. — Service de placement.*

Note sur l'usine de Chancy-Pougny.

Quelques-uns de nos lecteurs ont déjà entendu parler de l'usine-barrage de Chancy-Pougny qui est actuellement en construction sur le Rhône, en aval de Genève, à la frontière franco-suisse.

Il nous a paru intéressant de donner dès maintenant un aperçu général de cette usine bien que la mise en service ne doive avoir lieu qu'à la fin de cette année.

Une partie des renseignements qui suivent nous ont été aimablement communiqués par les *Ateliers des Charmilles S. A.*, à Genève, qui ont en construction trois des turbines principales. Nous avons complété ces renseignements par d'autres, extraits d'une conférence dont le compte rendu a paru dans la *Revue polytechnique* de Genève en 1922.

Les premières études pour l'utilisation de la force du Rhône entre le point où ce fleuve, devenant international, forme frontière entre la France et le canton de Genève, et celui où il devient entièrement français, datent de 1910.

Les pourparlers pour l'octroi de la concession furent laborieux ; la Ville de Genève, concessionnaire des deux paliers qui séparent celui de Chancy du lac Léman, tenait à ce que ses droits fussent sauvegardés. Elle exigeait notamment qu'aucune fourniture d'énergie électrique ne fût faite dans le canton de Genève autrement qu'avec son consentement et pour son propre compte.

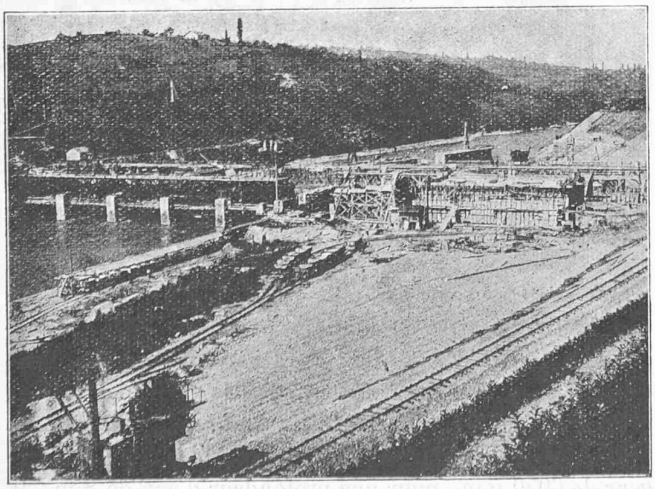

Fig. 1. — Vue des travaux en septembre 1922.

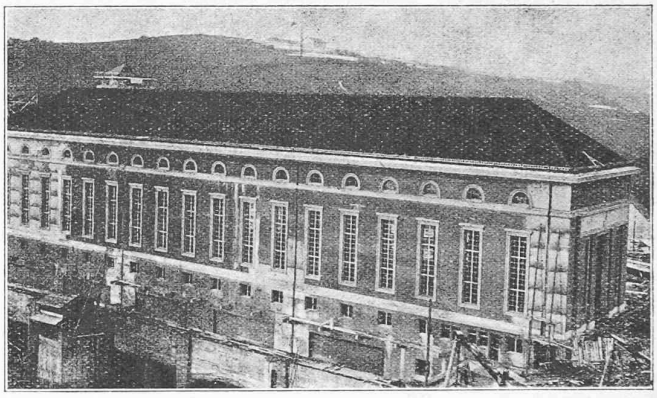

Fig. 2. — Bâtiment des turbines. Vue prise sur la rive gauche, en aval.

Trois emplacements différents étaient en présence pour l'implantation du barrage, chacun présentant naturellement des avantages, soit au point de vue du gain de puissance, soit à celui des facilités de construction.

Après de nombreuses démarches, la concession suisse fut accordée le 28 décembre 1917 à la *Banque Suisse des Chemins de fer*, à Bâle, et l'octroi de la concession française suivit en mai 1918.

Ces deux concessions d'une durée de 80 ans furent ensuite rétrocédées à la *Société des Forces Motrices de Chancy-Pougny*, constituée par les soins de la Banque Suisse des Chemins de Fer, sous l'égide de MM. Schneider et Cie.

Comme la concession française exigeait que la totalité, revenant à la France, de l'énergie produite fût cédée à une société d'exploitation française et qu'en outre il n'était pas possible d'utiliser en Suisse le surplus d'énergie, par suite des dispositions de la concession suisse, toute l'énergie à produire sera absorbée par la Société *L'Energie Electrique Rhône et Jura* qui la transportera par un réseau de lignes à 120 000 volts dans des régions éloignées, tributaires actuellement de la production d'énergie thermique.

Les projets de l'usine de Chancy-Pougny ont été élaborés par les services techniques de la Banque Suisse des

Chemins de Fer, à Bâle, à qui la direction et la surveillance des travaux ont été également confiées.

En raison des liens étroits qui unissent la Société des Forces Motrices de Chancy-Pougny, la Société Energie Electrique Rhône et Jura et MM. Schneider et Cie, les

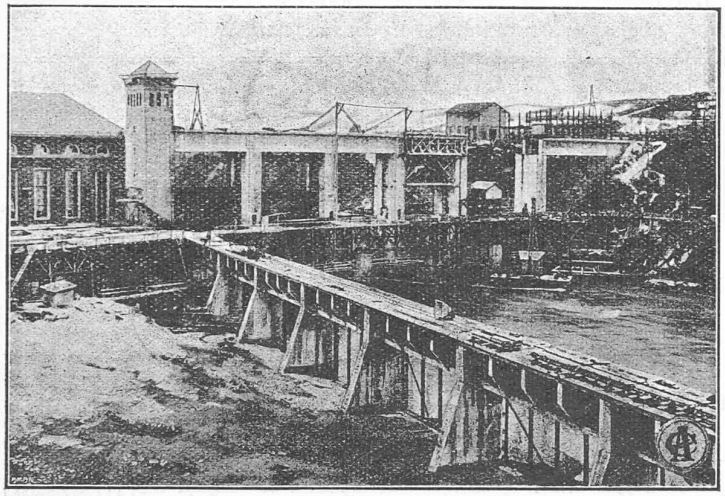

Fig. 3. — Bâtiment des turbines et barrage. Vue prise en amont, de la rive gauche.

Services compétents de ceux-ci ont apporté partiellement leur concours aux différentes études et travaux.

L'emplacement de l'usine ne fut définitivement arrêté qu'à la fin de 1919. Avec l'approbation des autorités compétentes, on choisit l'embouchure du ruisseau de Couchefatte, qui se jette dans le Rhône, sur la rive gauche, à 2 km. environ du pont qui relie le village de Chancy, sur la rive gauche (suisse) au village et à la gare de Pougny, sur la rive droite (française).

Le Rhône à cet endroit est relativement étroit ; de plus le ruisseau de Couchefatte avait produit dans la berge une érosion très importante qui diminuait les terrassements à faire et permettait d'exécuter les fondations du bâtiment des machines à ciel ouvert, à l'abri de quelques batardeaux.

La photographie (fig. 1) prise en septembre 1922 permet de se rendre nettement compte de cet avantage.

Les travaux préliminaires (chemins d'accès, constructions de maisons pour les ingénieurs et les ouvriers, etc.) furent entrepris dans le courant de 1920 ; les travaux du barrage proprement dits commencèrent en novembre de la même année. D'après le programme d'avancement, l'usine (en tant que bâtiment) devait être achevée en novembre 1923. Ce programme a été respecté ainsi qu'on le constatera d'après les photographies fig. 2 et 3 prises au début de novembre 1923.

Le barrage, qui s'appuie à la rive française, est perpendiculaire à la direction du cours du Rhône. Il comporte 5 ouvertures de 12 mètres chacune ; quatre de celles-ci sont obturées par des vannes de 11 mètres de hauteur, la cinquième ouverture servira ultérieurement d'écluse pour la navigation.

La longueur totale du barrage est de 85 mètres : il est prolongé sur la rive gauche par le bâtiment des turbines, d'une longueur de 92 mètres. Celui-ci ne renfermera aucun tableau de distribution de l'énergie électrique, si ce n'est celui pour les services auxiliaires de l'usine.

L'appareillage électrique à 11 000 volts est dans un bâtiment couvert, tandis que les transformateurs élevant la tension à 120 000 volts ainsi que les postes de départ sont installés en plein air, sur la rive droite ; le poste de commande et de couplage des alternateurs est placé dans le bâtiment de l'appareillage à 11 000 volts.

Les alternateurs sont reliés au poste de commande et aux transformateurs par des câbles qui passent sous le pont supérieur du barrage, dans un canal spécial, puis descendent au niveau des alternateurs par la tour visible sur la photographie (fig. 3) à l'extrémité droite du bâtiment des turbines.

Toutes les installations électriques, ainsi que la plupart des constructions mécaniques et métalliques, telles que vannes, charpentes et treuils de levage des vannes sont fournies par les Etablissements Schneider et Cie.

En amont du bâtiment des turbines se trouve un vaste bassin de décantation, de plus de 5000 m² de superficie. La surface de ce bassin est séparée du niveau du fleuve par un écran en béton, placé presque parallèlement au cours de l'eau. Cet écran, qui est supporté par des chevalements, a pour but d'empêcher les corps flottants de s'introduire dans le bassin. L'extrémité aval de l'écran aboutit au droit de la première vanne du barrage par où peuvent être rejetés vers l'aval tous les détritus que le courant de l'eau aurait poussés le long de l'écran. Les ouvertures entre les chevalements (7 de 16 mètres de

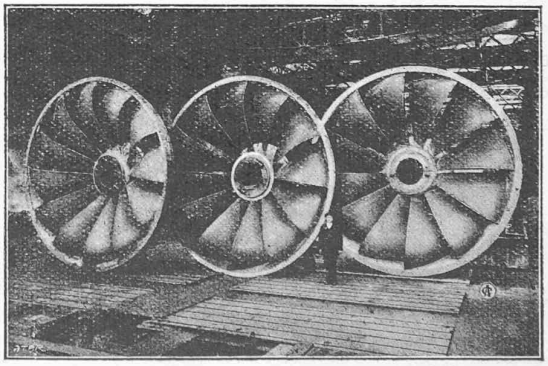

Fig. 4. — Roues des 3 turbines des Ateliers des Charmilles S. A.

large) sont fermées par une grille grossière formée de tuyaux fixes écartés de 434 mm. (fig. 3).

Le bassin de décantation est séparé des pertuis d'entrée des chambres des turbines par des vannes d'arrêt et des grilles fines dont les barreaux sont espacés de 60 mm.

Les 10 vannes d'arrêt, deux par turbine, ont une largeur de 6050 mm., pour une profondeur d'eau de 8 m. 50. Elles sont manœuvrables par des treuils indépendants, à

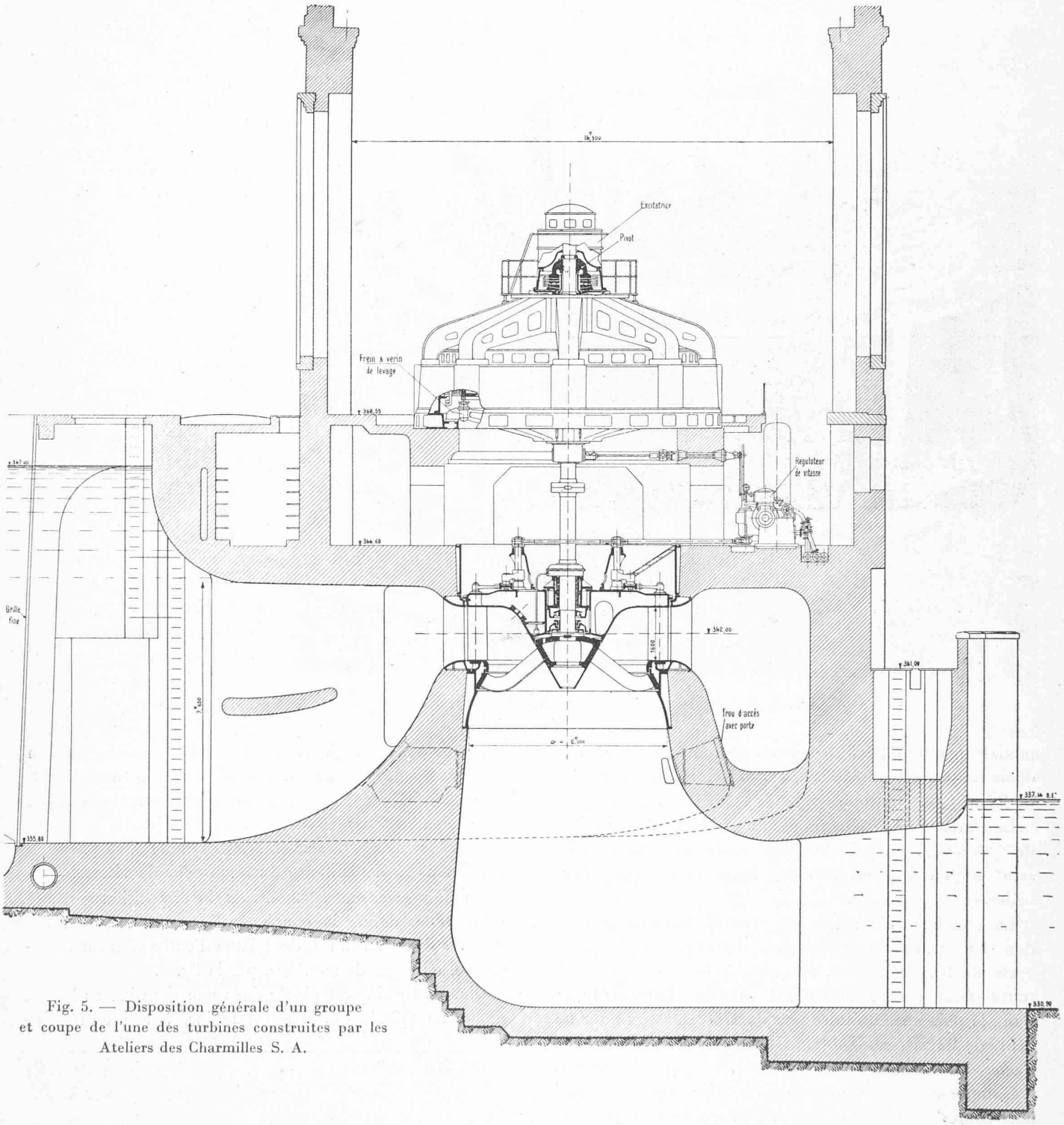

Fig. 5. — Disposition générale d'un groupe et coupe de l'une des turbines construites par les Ateliers des Charmilles S. A.

commande électrique, montés sur une charpente placée à 9 m. 25 au-dessus de la passerelle de service.

Les grilles fines sont nettoyées par retour du courant d'eau. Des vannes à secteur, commandées hydrauliquement, montées au pied aval des grilles, évacueront dans un conduit commun, débouchant dans le Rhône en aval du barrage, les sables et autres alluvions qui auraient pu se déposer devant les grilles.

Si la méthode de nettoyage des grilles par retour du courant d'eau, qui a cependant fait ses preuves ailleurs, ne donnait pas complète satisfaction à Chancy, toutes les dispositions sont prises pour pouvoir installer facilement un nettoyage mécanique.

Le canal de fuite, commun à toutes les unités, a une largeur de 70 m. au droit de l'usine ; il se réunit au Rhône à 80 m. en aval de cette dernière ; jusqu'à sa jonction avec le fleuve il en est séparé par un éperon en béton fondé sur caissons.

La chute brute utilisable sera de 8,4 m. pour un débit du Rhône de 450 m³/sec. Cette quantité d'eau est dis-

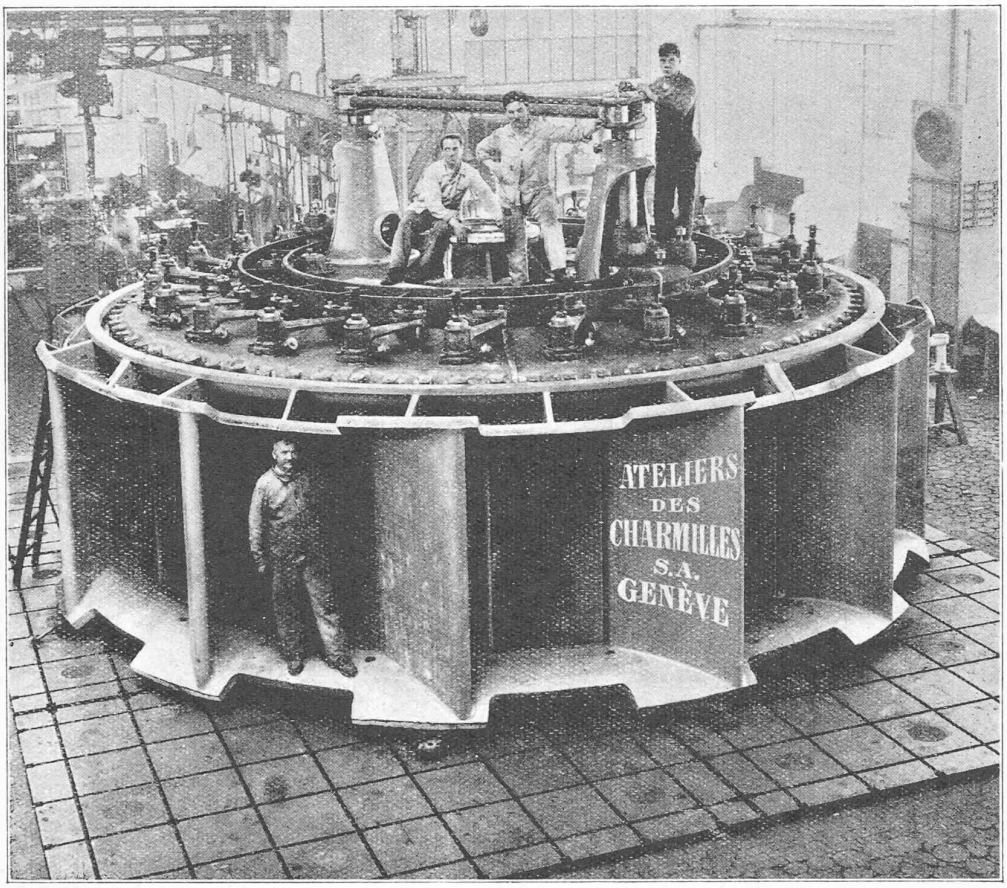

Fig. 6. — Vue d'ensemble de l'une des turbines des Ateliers des Charmilles S. A.

ponible pendant 90 à 150 jours par an. Par contre le débit moyen est de 310 m³/sec. et celui d'étiage absolu de 96 m³/sec. environ.

La chute nette la plus fréquente en basses eaux variera de 8,16 à 8,87 m. pour le débit maximum ; elle s'abaissera jusqu'à 4,40 m. lors des hautes eaux exceptionnelles.

La puissance disponible est répartie entre 5 groupes dont les turbines développeront chacune, sous la chute nette de 8,16 m., 7600 chevaux, à la vitesse de 83,3 tours-minute ; en basses eaux, sous la chute brute de 9 m , la puissance unitaire sera de 8700 chevaux pour un débit de 92 m³/sec. Tout le Rhône, en période d'étiage, s'écoulera donc par une seule roue.

L'importance de la puissance installée, qui correspond à environ 1,5 fois le débit moyen, est justifiée par les circonstances qui permettent d'utiliser en plein toute l'énergie, en sorte que l'usine sera susceptible de fournir annuellement plus de 150 millions de kwh.

Les turbines principales, au nombre de cinq, comme nous l'avons dit plus haut, sont du type Francis, à axe vertical, à une seule roue, dont la vitesse spécifique varie, dans les limites des chutes normales, de 510 à 530, et atteint 570 pour la chute minimum. Trois de ces turbines sont fournies par les *Ateliers des Charmilles S. A.*, à Genève, les 2 autres par la Société des *Ateliers Escher, Wyss & Cie*, à Zurich. La description sommaire qui suit se rapporte aux turbines des Ateliers des Charmilles.

Ces machines se rangent parmi les plus grandes exécutées à ce jour aussi bien en Europe qu'en Amérique, car les roues motrices auront un diamètre extérieur voisin de 5 m. 50. La fig. 4 représente les roues de trois turbines et permet de se rendre compte de leur grandeur.

Lors de l'établissement des projets définitifs, et à l'époque où les commandes furent passées, ces turbines constituaient un record en Europe au point de vue des dimensions et de la quantité d'eau absorbée. Si les dimensions des machines de certaines installations américaines égalent celles des turbines de Chancy, la vitesse spécifique de ces dernières est bien supérieure. (A l'usine de Keokuk sur le Mississipi, les roues des turbines ont 5 m. 40 de diamètre pour une vitesse spécifique de 309 seulement.)

Le distributeur, à aubes directrices mobiles, a son mécanisme de commande situé entièrement hors de l'eau. Le cercle de vannage qui repose sur le fond de la turbine, est manœuvré, à l'aide d'un jeu de bielles et de leviers, par un servomoteur à huile sous pression, placé sous la dépendance du régulateur de vitesse.

La figure 5, tout en montrant la disposition générale du groupe, donne la coupe de l'une des turbines des Ateliers des Charmilles, dont l'une d'entre elles est représentée, en cours de montage, par la fig. 6.

Chaque turbine est placée dans une chambre en béton, de forme spirale qui n'a pas moins, à son entrée, de

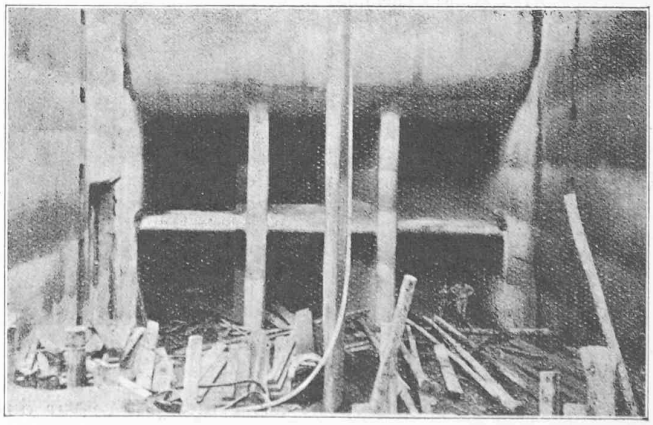

Fig. 7. — Entrée d'une chambre spirale.

12 m. 50 de largeur et 7 m. 65 de hauteur, soit près de 96 m² de section.

La photographie (fig. 7) donne au reste, à l'échelle des personnages placés à l'entrée de la chambre, une idée assez exacte des dimensions.

La figure 8, qui représente le coffrage pour le bétonnage de deux chambres permet également de se faire une idée des dimensions de celles-ci.

L'aspirateur en béton, qui restitue l'eau au canal de fuite, a des dimensions non moins importantes (12 m. de largeur sur 5 m. 40 de hauteur, soit une section de 65 m²). Une cloison médiane partage la section de sortie sur toute sa hauteur.

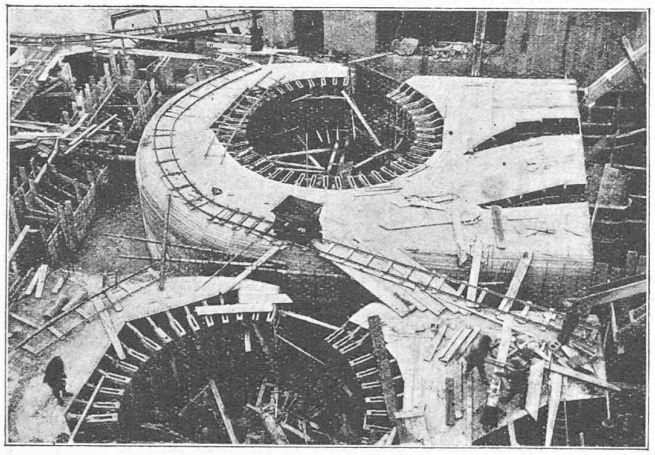

Fig. 8. — Coffrage des chambres spirales.

Les figures 9 et 10 sont les reproductions de photographies des coffrages de ces aspirateurs ; la première représente les cintres en bois qui viennent d'être placés ; sur la seconde on verra une partie des revêtements en bois sur lesquels le béton est coulé.

Afin de déterminer la forme de l'aubage de la roue motrice qui permet d'obtenir avec certitude les puissances et rendements garantis, les Ateliers des Charmilles ont procédé dans leur station d'essais à des recherches nombreuses sur une turbine qui reproduisait, à l'échelle

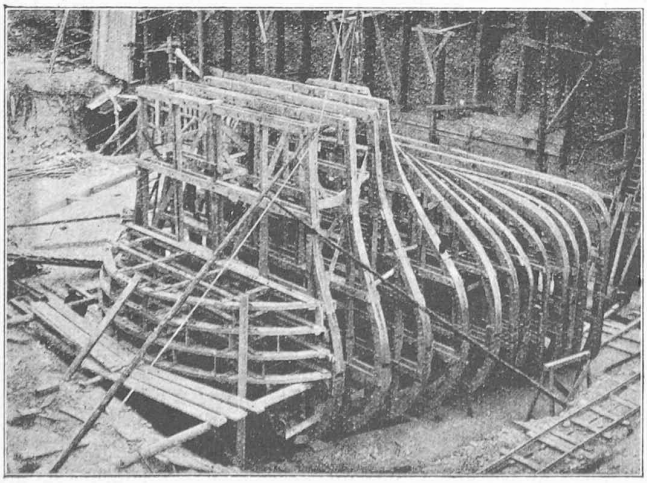

Fig. 9. — Cintres pour les coffrages des aspirateurs.

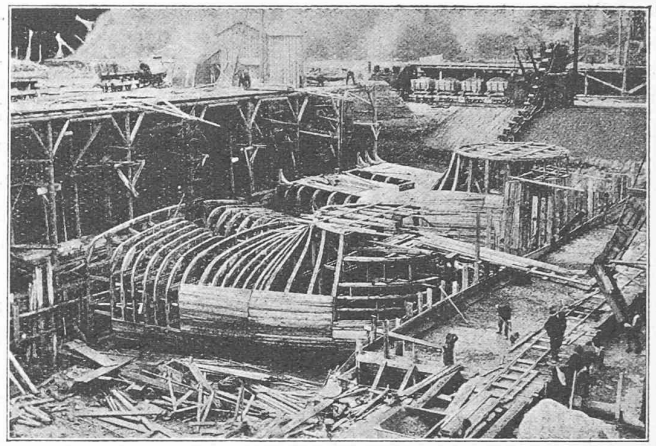

Fig. 10. — Coffrage pour les aspirateurs.

de 1 à 7, les dimensions des machines prévues pour l'usine de Chancy. Des essais furent faits également sur des formes diverses d'aspirateur et de chambre spirale. La figure 11 reproduit la turbine d'essai munie de son conduit d'évacuation et de sa bâche spirale, la moitié antérieure de celle-ci étant enlevée.

Le pivot, qui supporte le poids de toutes les parties tournantes, ainsi que la poussée hydraulique, repose sur le croisillon supérieur de l'alternateur ; il est construit sur le principe du brevet suisse + 77 583 pour une charge normale de 230 tonnes.

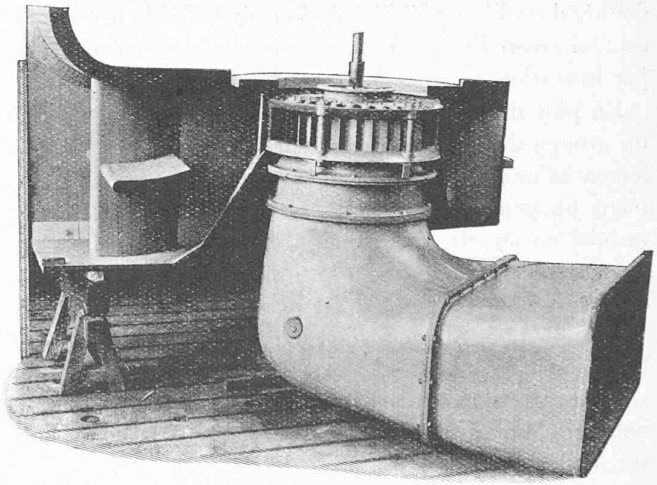

Fig. 11. — Turbine d'essai, à l'échelle 1 : 7, munie de son conduit d'évacuation et de sa bâche spirale.

Ce pivot, du type à patins flexibles qui s'inclinent automatiquement lors de la mise en marche pour permettre l'introduction, entre les deux surfaces frottantes, d'une mince pellicule d'huile, est dépourvu de toute pompe, ce qui augmente la sécurité d'exploitation dans une très large mesure.

Les alternateurs, construits par les usines Schneider à Champagne sur Seine, sont bobinés pour fournir du courant triphasé, 50 périodes, directement à la tension de 11 000 volts. Ils possèdent chacun leur excitatrice qui est montée au-dessus du pivot, sur l'enveloppe prolongée du réservoir d'huile de ce dernier. Ces alternateurs sont à ventilation forcée ; les canaux pour l'appel de l'air froid

et l'évacuation de l'air chaud sont ménagés dans le plancher et les murs de l'usine.

Comme le moment d'inertie des masses en mouvement est considérable, le rotor de l'alternateur ayant à lui seul un PD^2 de 2 000 000 kgm^2, un laps de temps assez long est nécessaire pour obtenir l'arrêt complet du groupe, ensuite de la fermeture du distributeur de la turbine.

Pour éviter cet inconvénient, et pour permettre, par exemple en cas de court-circuit, d'obtenir un arrêt rapide, le rotor de chaque alternateur est muni, à sa partie inférieure, d'un anneau en fonte douce sur lequel viendront frotter les sabots de huit freins répartis sur sa périphérie. Les servomoteurs actionnant ces sabots, fixés sur le croisillon qui porte le palier inférieur de l'alternateur, sont actionnés par de l'huile sous pression provenant des accumulateurs des régulateurs. Les mêmes freins peuvent être employés également, par l'application d'un dispositif très simple, comme vérins de levage du rotor, pour permettre, par exemple, de découpler les arbres moteurs ou pour faciliter les révisions des pivots.

Les appareils de commande pour la manœuvre des freins sont groupés sur un tableau, placé à proximité du régulateur de vitesse.

Tous les servomoteurs des régulateurs sont reliés entre eux ainsi qu'à une station centrale de pompage, en sorte que si pour une cause quelconque la pompe à huile ou l'accumulateur de l'un des régulateurs était, à un moment donné, dans l'impossibilité de fournir le fluide nécessaire, celui-ci serait livré, soit par les régulateurs voisins, soit par la station de secours.

En plus des cinq groupes principaux l'usine possédera un groupe de 365 CV à 375 tours/minute, composé également d'une turbine à axe vertical entraînant directement un générateur électrique. Ce dernier est destiné à la mise en marche de l'usine et à l'alimentation des services auxiliaires (treuils des vannes, des ponts roulants, éclairage, etc.) en cas d'arrêt des cinq unités.

Comme nous l'avons mentionné précédemment tout le bâtiment de l'appareillage à 11 000 volts, ainsi que la station transformatrice, sont nettement séparés du bâtiment des turbines puisqu'ils sont situés entièrement sur la rive française.

Quelques propriétés des alliages légers d'aluminium.

MM. *Rosenhain* et *Archbutt*, du National Physical Laboratory anglais, ont présenté à l'*Empire Mining and Metallurgical Congress* une intéressante communication sur les Alliages légers d'aluminium de laquelle nous extrayons ce qui suit :

Le rapport de la résistance à la rupture au poids spécifique est une caractéristique de valeur pour les applications à la construction. Pour un acier doux accusant une résistance à la traction R de 30 tonnes anglaises par pouce carré (47kg./mm^2) le rapport r_s de R au poids, exprimé en livres, du pouce cubique d'acier est approximativement de 105. Or nous possédons aujourd'hui des alliages légers d'aluminium qui, à l'état forgé, ont un r de 360 et de 261 à l'état coulé, ce qui correspond à des aciers ayant une résistance à la traction de 100 et de 80 tonnes par pouce carré (156 et 125 kg./mm^2). Cette même propriété peut être mesurée par la longueur sur laquelle le métal supporte son propre poids sans se rompre. Un acier de 30 tonnes peut supporter une longueur de 3,75 milles (6 km.) tandis que pour l'alliage léger d'aluminium mentionné plus haut cette longueur est de 12,5 milles (20 km.), à l'état forgé et de 9 milles (14,5 km.) à l'état coulé.

Le tableau suivant montre les progrès réalisés à la suite des recherches récentes sur les alliages légers d'aluminium.

Caractéristiques	Les caractéristiques ont passé de	
	Pour l'alliage coulé	Pour l'alliage forgé
Limite élastique (tonnes par pouce carré)	3 à 8,9	12 à 22
Résistance à la rupture (t. pr pouce carré) (à la température ordinaire)	12 à 20	27 à 39
Résistance à la rupture (t. pr pouce carré) (à 250° C.)	7 à 11	—
Résistance spécifique r_s	130 à 260	270 à 360
Endurance (tonnes par pouce carré) . .	± 3 à ± 7	± 10 à ± 10

L'amélioration par le *vieillissement* des caractéristiques mécaniques appliquée, depuis plusieurs années, avec un plein succès au *duralumin* n'est pas moins bienfaisante pour plusieurs autres alliages, notamment l'alliage à 4 % de cuivre, 2 % de nickel et 1,5 % de magnésium dont la résistance à la rupture est portée de 12 tonnes par pouce carré à l'état coulé à 20 tonnes par le vieillissement.

De même le recuit et la trempe d'un alliage binaire à 4,5 % de cuivre élèvent la résistance à la rupture de 9 à 17 tonnes tout en accroissant considérablement la ductilité. L'application du processus de vieillissement a permis d'atteindre des résistances à la rupture de 39 à 40 tonnes sur un alliage dont le poids spécifique est de 3,1 gr. par cm^3.

Les alliages utilisés couramment dans l'industrie peuvent être ramenés à un petit nombre de types, à savoir : deux alliages binaires aluminium-cuivre contenant respectivement 6 à 8 % et 12 % de cuivre ; un alliage ternaire aluminium-cuivre-zinc avec environ 3 % de cuivre et 12 à 14 % de zinc.

Les alliages binaires aluminium-silicum sont en train de révolutionner la fonderie, à la suite de la découverte d'un traitement qui confère au grain une grande finesse. Les moulages faits en ces alliages sont remarquables par leur bonne apparence, leur structure exempte de défaut et leur résistance élevée combinée avec une bonne ductilité. Les deux compositions les plus utilisées correspondent à 9 et à 13 % de silicium.

Un autre alliage intéressant désigné par la lettre « Y », contenant 1,5 % de magnésium, 2 % de nickel et 4 % de cuivre, utilisé d'abord en fonderie, s'est révélé comme doué, à l'état forgé et après vieillissement, de propriétés mécaniques qui en font un rival du duralumin.

Citons enfin deux alliages mis au point au National Physical Laboratory, à Londres. L'un, désigné par la lettre « *A* », alliage ternaire à 3 % de cuivre et 20 % de zinc possède des caractéristiques semblables à celles du duralumin, mais avec cet avantage qu'il n'est pas besoin d'un traitement thermique pour les développer. L'autre alliage désigné par « *E* » accuse la même teneur en cuivre et en zinc que l'alliage « A » mais contient, en outre, une faible proportion (0,5 %) de magnésium et de manganèse. Après traitement thermique, les barres laminées de cet alliage ont une résistance à la rupture de 40 tonnes par pouce carré.