

Quelques particularités des ouvrages et installations de l'usine de Chancy-Pougny

Autor(en): **Perrochet, P.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **53 (1927)**

Heft 15

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-41073>

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

Réd.: D^r H. DEMIERRE, ing.

DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE 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 : *Quelques particularités des ouvrages et installations de l'Usine de Chancy-Pougny*, par P. PERROCHET, Ingénieur, Directeur de la Banque suisse des chemins de fer, à Bâle (suite et fin). — *Etudes expérimentales sur des constructions en béton armé*, par le Professeur Camille GUIDI, ingénieur. Traduction de M. A. PARIS, ingénieur-conseil, professeur à l'Université de Lausanne. — *La vente à crédit d'appareils et d'installations électriques*. — *XI^{me} Congrès international d'architectes*. — BIBLIOGRAPHIE. — *Service de placement*.

Quelques particularités des ouvrages et installations de l'Usine de Chancy-Pougny

par P. PERROCHET, Ingénieur, Directeur de la Banque suisse des chemins de fer, à Bâle.

(Suite et fin.)¹

Le plancher de la *salle des opérateurs* est surélevé d'un mètre par rapport aux autres locaux du premier étage pour faciliter le montage et la révision du câblage volumineux aboutissant aux tableaux de ce poste central de commande.

Cette salle est éclairée par une verrière aménagée dans le plafond et 7 fenêtres latérales auxquelles font face les tableaux et pupitres à panneaux de marbre bleu turquin montés sur charpente métallique, disposés en demi-cercle de 4,80 m de rayon autour de la table de l'opérateur (fig. 14).

Au centre se trouvent les tableaux des 5 alternateurs ; le panneau médian plus large contient en outre l'appareillage spécial pour le couplage des deux jeux de barres.

La partie inférieure de ces tableaux est en forme de pupitre et porte à l'avant le volant du rhéostat d'excitation, sur le pupitre même les commutateurs de commande des disjoncteurs avec les lampes de signalisation. Sur les panneaux verticaux surmontant les pupitres sont montés les instruments de mesure du type profilé, les disjoncteurs à maxima de tension, les disjoncteurs d'excitation, l'inverseur de la commande à distance du régulateur de vitesse de la turbine et les jeux de fiches destinés aux opérations de couplage. Les instruments de mesure pour le couplage sont fixés sur consoles aux deux extrémités des tableaux d'alternateurs.

¹ Voir *Bulletin technique* du 2 juillet 1927, page 166.

Les tableaux latéraux de droite sont réservés aux départs 11 000 V et comportent 3 panneaux pour les 3 groupes de transformateurs de puissance, un panneau pour le départ des services auxiliaires, un autre pour celui de la résistance liquide destinée aux essais des machines et 4 panneaux pour les départs locaux à 11 000 V.

Les tableaux de gauche, réservés aux services à 120 000 V comportent les panneaux pour les 3 groupes de transformateurs, les départs des deux lignes à 120 000 V et le by-pass entre ces deux départs.

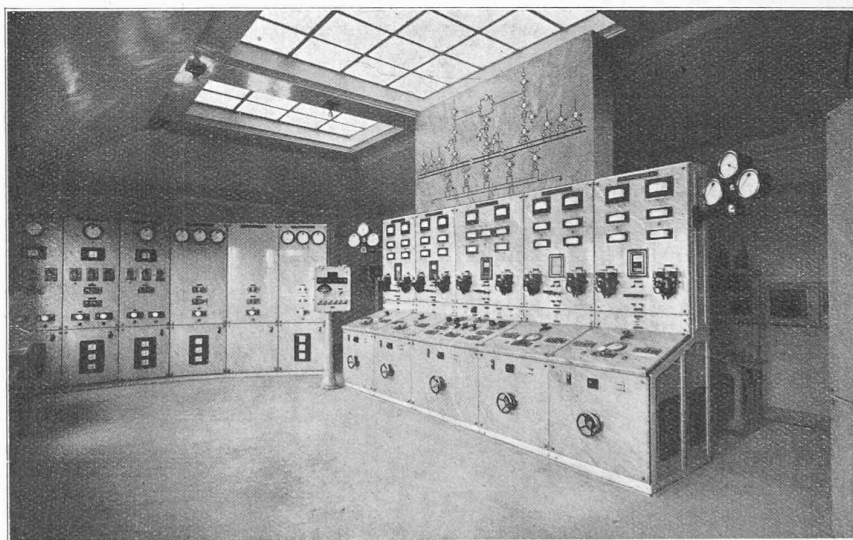


Fig. 14. — Salle des opérateurs.

Ces panneaux portent les instruments de mesure, les relais des disjoncteurs, les lampes de signalisation et les commutateurs de commande.

Les faces arrière des tableaux possèdent des portes de visite donnant accès à toutes les connexions.

La rangée des panneaux centraux ou d'alternateurs est surmontée par un tableau animé et lumineux reproduisant le schéma simplifié de l'installation. Chaque disjoncteur et chaque sectionneur y est représenté par

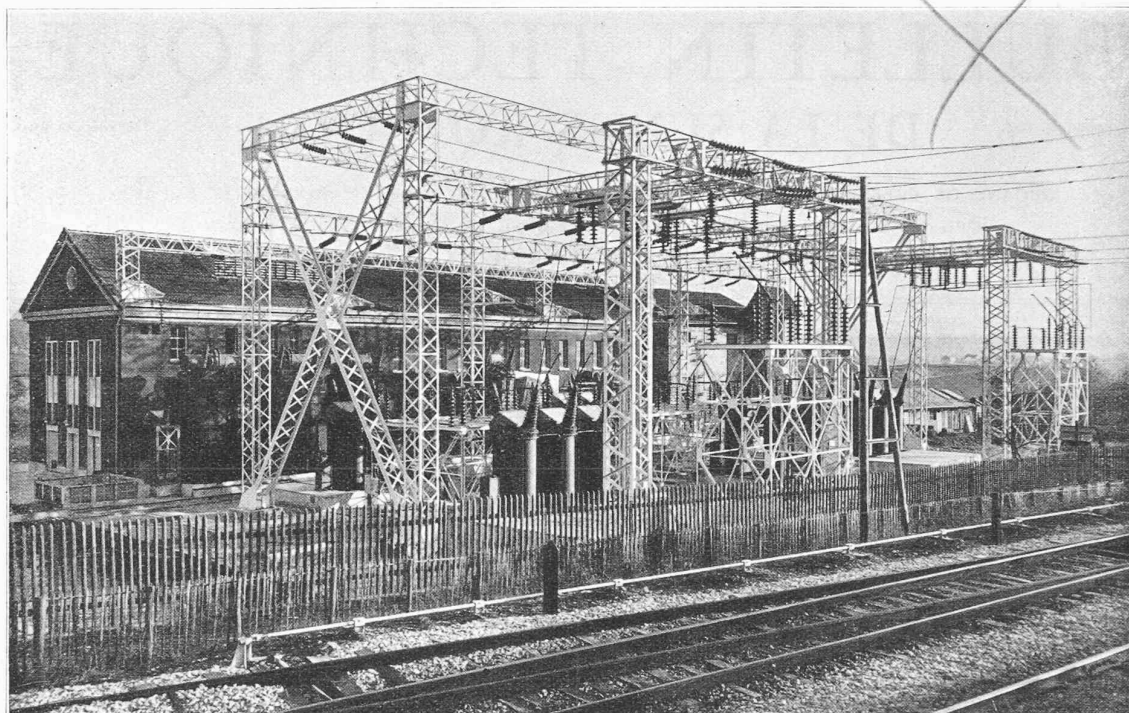


Fig. 15. — Vue du poste à 120 000 volts.

un répéteur de position (système *Hasler & Cie* de Berne) formé d'un disque de 60 mm de diamètre pour les disjoncteurs et de 30 mm pour les sectionneurs, avec barrette mobile actionnée par électro-aimant signalant chaque manœuvre d'ouverture et de fermeture de l'appareil correspondant. Des lampes rouges (position fermée) et vertes (position ouverte) placées à la périphérie des répéteurs en complètent les indications. Une lampe blanche, plus puissante, s'illumine au moment de l'ouverture intempestive de l'appareil, tandis qu'un signal acoustique retentit ; cette lampe désigne ainsi à l'opérateur l'appareil qui vient de déclencher.

Les régulateurs de tension des alternateurs sont placés contre la paroi arrière de la salle des opérateurs, ainsi que les tableaux des rhéostats de réglage, les relais, limiteurs d'intensité et les relais à retour de puissance.

Le poste de transformation à 120 000 V du type extérieur ou à air libre (fig. 15) juxtaposé au bâtiment de l'appareillage 11 000 V est constitué par une charpente métallique en poutres croisillonnées d'une hauteur de 12 à 15 m, à laquelle les conducteurs sont fixés au moyen de chaînes d'isolateurs du même type que celles de la ligne de transport. Ces conducteurs sont, soit en aluminium-acier pour les brins principaux horizontaux, soit en câbles souples de cuivre pour les tronçons aboutissant aux bornes des transformateurs ou des disjoncteurs, soit encore en tubes à gaz coudés entre les disjoncteurs et les amarrages des lignes où l'installation de conducteurs rigides s'imposait. Les raccordements des divers conducteurs ont été effectués au moyen de pièces spéciales avec cônes en bronze. Les transformateurs et les disjoncteurs sont installés sur des socles de béton, tandis

que les sectionneurs sont montés sur des charpentes métalliques.

Les transformateurs monophasés de 4666 kVA de puissance sont adossés au bâtiment du poste 11 000 V, côté montagne et sont réunis en groupes de trois pour former des unités de 14 000 kVA comme cela a déjà été mentionné plus haut.

Le couplage primaire en triangle est réalisé par un système de barres de cuivre montées sur une herse métallique contre la façade du poste. Le couplage secondaire est en étoile ; le point neutre, réalisé par un câble de cuivre tendu au-dessus des transformateurs, est mis à la terre après intercalation du disjoncteur monophasé à commande électromagnétique dont il a déjà été question.

Les disjoncteurs tripolaires de la *Société Française Thomson-Houston* (fig. 16) sont du type à bacs séparés, avec commande électro-magnétique et par levier amovible. Ils sont pourvus de contacts à double rupture pour une intensité de courant de 200 Amp et pour une capacité de rupture de 570 000 kVA. Les bornes sont du type à huile et comportent chacune un transformateur d'intensité type « bushing ».

Les sectionneurs de fabrication *Luceat* (Paris) sont supportés par deux colonnes d'isolateurs fixes ; le bras mobile est constitué par un tube tournant dans le plan vertical autour d'une de ses extrémités, l'autre extrémité étant munie d'une calotte à ressorts s'emboîtant sur une pièce sphérique fixée sur la tête de l'isolateur.

La commande se fait au moyen d'une troisième colonne isolante mobile agissant en levier sur le tube du sectionneur ; les trois colonnes mobiles des sectionneurs

d'un même groupe sont entraînées par un arbre commun actionné à la main par un jeu de leviers. Un disjoncteur de by-pass permet d'établir un pont entre les deux tronçons des barres omnibus et par là même entre les différents groupes de transformateurs et les deux lignes de départ.

Les conduites de signalisation et de commande électrique à distance, en câbles sous plomb, isolés pour 500 V, sont logées dans un réseau de caniveaux en ciment, recouvert de dalles de béton et aboutissant aux divers appareils. Le fond des caniveaux est occupé par une double canalisation d'alimentation et d'écoulement d'huile des disjoncteurs ; un jeu de vannes permet de relier un bac quelconque à la canalisation pour les opérations de traitement de l'huile. Une galerie souterraine spéciale entre les massifs des transformateurs et le bâtiment d'appareillage 11 000 V donne passage aux conduites d'huile et à la double tuyauterie d'eau de réfrigération des transformateurs ; les dérivations de ces conduites remontent aux appareils par des cheminées verticales pratiquées dans les socles en béton. Galerie et caniveaux aboutissent à une chambre souterraine de traitement des huiles dans laquelle débouchent également les conduites des réservoirs du magasin des huiles. Les cuves de reprise, les épurateurs *Alpha Laval*, les pompes ordinaires et la pompe à vide installés dans cette chambre de traitement, permettent, grâce aux vannes judicieusement disposées,

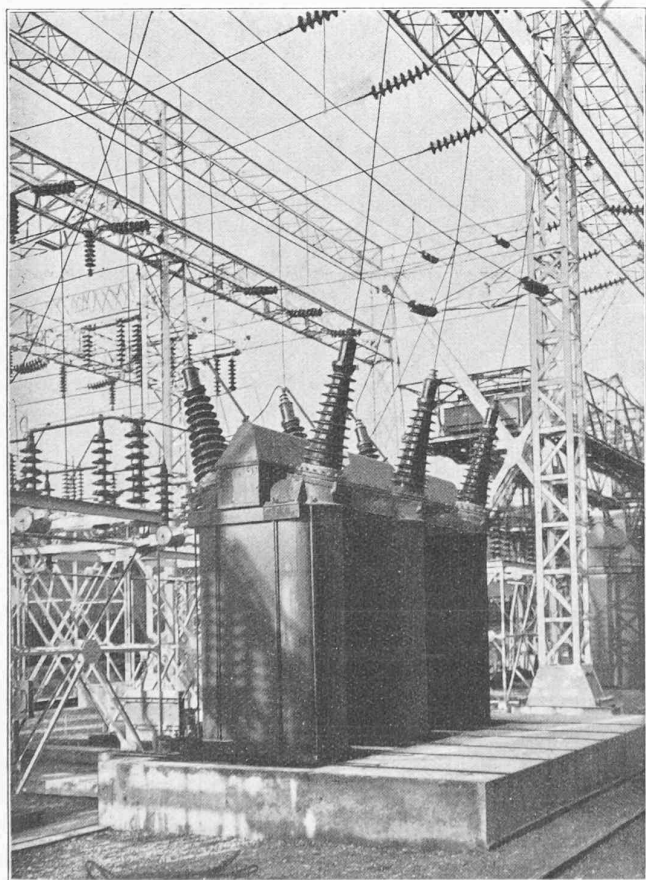


Fig. 16. — Disjoncteurs à 120 000 volts.

d'effectuer toutes les opérations de transvasage et d'épuration de l'huile de chaque appareil, sans aucun transport manuel.

Les massifs de fondation des transformateurs et des disjoncteurs sont pourvus d'une cuvette pour recueillir l'huile provenant des fuites ; ces cuvettes sont reliées dans ce but à la canalisation souterraine aboutissant au réservoir d'extinction et de récupération des huiles. Le volant de la vanne de vidange a été installé dans une galerie complètement à l'abri, au rez-de-chaussée du poste 11 000 V, afin de protéger l'ouvrier appelé à manœuvrer cette vanne en cas d'inflammation de l'huile.

Deux voies à écartement normal traversant le poste extérieur de transformation dans toute sa longueur sont reliées à l'embranchement du chemin de fer *P. L. M.* et permettent de transporter les transformateurs et les disjoncteurs jusqu'à l'atelier de réparation situé à proximité des postes 11 000 et 120 000 V. Ce transport s'effectue au moyen de wagonnets à plateforme dont la hauteur correspond exactement à celle des rails des socles des fondations des appareils à déplacer.

L'atelier de réparations occupe un bâtiment spécial qui est pourvu d'un pont roulant de 20 t et possède la hauteur voulue pour le démontage des transformateurs et disjoncteurs. Une aile de ce bâtiment contient les réserves d'huile pour ces appareils dans les cuves cylindriques en tôle de 12, 18 et 54 m³ de contenance.

Les services auxiliaires de l'usine, c'est-à-dire toutes les installations, moteurs et canalisations électriques nécessaires pour l'éclairage, le chauffage, le service d'eau potable et de réfrigération, l'épuisement des eaux d'infiltration, la commande des treuils des vannes et des appareils de levage, etc. sont alimentés par de l'énergie triphasée à 220 V. La fourniture de cette énergie est assurée par trois moyens différents :

1. par le groupe spécial, dont il a été parlé plus haut, constitué par une turbine Francis entraînant un alternateur triphasé de 300 kVA / 220 V.
2. par transformation de l'énergie produite par les groupes principaux au moyen de 2 transformateurs triphasés de 300 kVA chacun pour un rapport de 11 000/220 V placés au sous-sol de l'aile gauche du bâtiment des machines.

Cette alimentation reste possible sans que décrochent les moteurs des services auxiliaires, même dans le cas où fonctionnent les appareils de limitation de la tension, grâce au fait que la résistance insérée dans le circuit d'excitation de l'excitatrice dont il a été question plus haut, n'abaisse pas la tension au-dessous de 5000 V.

3. par alimentation extérieure, l'usine de Chancy-Pougny étant reliée par une ligne à 45 000 V aux usines de Bellegarde sur le Rhône et par ses lignes à 120 000 V avec le complexe des usines thermiques et hydrauliques qui sont connectées à ce réseau important.

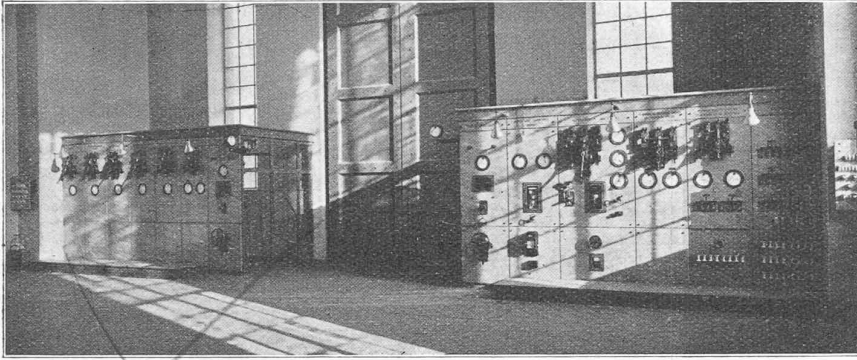


Fig. 17. — Tableau des services auxiliaires.

Le tableau des services auxiliaires (fig. 17) est placé à l'extrémité de la salle des machines, au-dessus des cabines renfermant les transformateurs de 300 kVA, les arrivées de câbles et le disjoncteur 11 000 V pour le côté haute tension de ces appareils. Il comprend 13 panneaux sur lesquels sont montés les instruments de contrôle et les interrupteurs du groupe de 300 kVA et les lignes du réseau relativement important des services auxiliaires, ainsi qu'un compteur et un wattmètre enregistreur pour la mesure de l'énergie absorbée pour les besoins propres de l'usine.

Les *canalisations électriques à 220 V* sont constituées par des câbles sous plomb, isolés pour une tension de 1000 V; chaque ligne est protégée par un disjoncteur à maximum de courant et à minimum de tension.

Le réseau d'éclairage est branché sur les trois phases et le neutre, la tension aux lampes étant de 120 V.

Les appareils de commande à distance des disjoncteurs, ainsi que les lampes de signalisation sont alimentés par du courant continu 120 V fourni par une petite batterie d'accumulateurs *Tudor* de 290 ampères-heures et deux groupes convertisseurs pour la charge, mais dont l'un d'eux est normalement de jour en service pour soulager la batterie. En cas de panne des services auxiliaires, un certain nombre de lampes d'éclairage, dites de secours, sont connectées automatiquement sur la batterie par un relais à minimum de tension.

Une seconde batterie d'accumulateurs de 145 Ampères-heures, mais de 30 V de tension, et deux groupes convertisseurs de charge, dont l'un fonctionne aussi le jour pour soulager la batterie, fournissent le courant nécessaire aux lampes de signalisation des tableaux de la salle des opérateurs et du schéma lumineux. Cette seconde batterie, très peu importante du reste, est imposée par les lampes de signalisation qui ne se construisent, vu leurs petites dimensions, que pour une tension de 30 V au maximum.

La puissance des appareils consommateurs d'énergie installés pour les services auxiliaires de l'usine atteint 1000 kW environ se répartissant en 83 moteurs, 380 lampes à incandescence pour l'éclairage seulement et 46 kW pour appareils de chauffage et de cuisson.

Les *communications* entre les différents bâtiments,

y compris le local des barragistes au sommet de la tour, sont assurées par un réseau interne de téléphones; un transmetteur et répéteur d'ordres, type marine de la maison *Le Las*, Paris, à voyants lumineux et à signal acoustique entre la salle des opérateurs et chacun des cinq groupes principaux de l'usine, remplace le téléphone pour six manœuvres normales.

La salle des opérateurs sur rive française est reliée au téléphone spécial de la ligne de transport et au réseau téléphonique d'Etat français qui se prolonge jusqu'au bâtiment d'administration; la salle des machines sur rive suisse est elle-même reliée au réseau des téléphones fédéraux.

L'alimentation en *eau potable* et pour la *réfrigération* des paliers d'alternateurs, comme aussi pour celle des transformateurs, est assurée par une installation spéciale importante. L'eau du Rhône n'étant pas utilisable sans un filtrage encombrant nécessité par les limons qu'apporte la rivière d'Arve, on a dû se résoudre à puiser dans la nappe souterraine trouvée à 30 m de profondeur derrière les maisons ouvrières de la rive suisse. Deux pompes centrifuges à axe vertical, actionnées chacune par un moteur électrique de 75 ch refoulent l'eau dans un château d'eau en béton armé (fig. 18) situé à 20 m au-dessus du sol et ayant une capacité de 120 m³. De ce château d'eau part une double canalisation en tuyaux

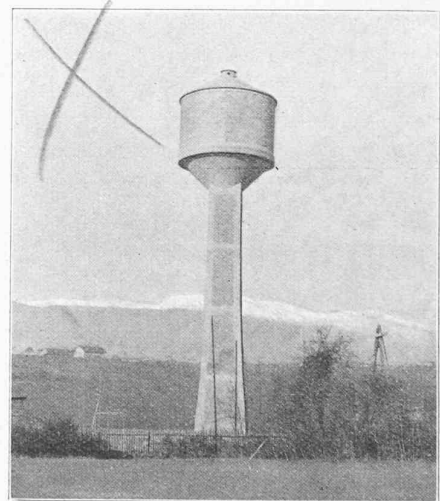


Fig. 18. — Château d'eau de réfrigération.

de fonte (pour les grands diamètres) qui rejoint le bâtiment des machines et par la galerie des câbles, la tour et le pont supérieur du barrage, atteint finalement les postes 11 000 et 120 000 V. Chaque groupe peut débiter 60 litres/seconde, la quantité d'eau nécessaire en service normal de tous les groupes d'alternateurs et de transformateurs atteignant déjà 45 litres/seconde.

Coût des installations.

Le montant des frais de construction proprement dits de l'usine et de ses dépendances est le suivant:

Frais généraux de construction, outillage, force motrice, matériel de transport et manutentions, terrains, droits de passage et de riveraineté	Fr. 2 400 000.—
Routes d'accès, raccordement au chemin de fer, barrage et amorce d'écluse, prise d'eau et bassin de décantation, canal de fuite, travaux de protections des rives, bâtiments de l'usine et ses fondations, bâtiment de l'appareillage 11 000 V, ateliers de montage et réparations	12 800 000.—
Vannes et appareils de levage, installations mécaniques et électriques	7 900 000.—
	Fr. 23 100 000.—

Cette somme de Fr. 23 100 000.— ne contient pas les frais de constitution du capital, les intérêts intercalaires, le poste de transformation à 120 000 V, le bâtiment d'administration et les maisons ouvrières, qui sont tout autant de postes pouvant fausser une comparaison avec d'autres usines similaires.

Dans les conditions actuelles, et en tenant compte du débit caractéristique d'étiage de 120 m³/sec. d'un débit maximum de 500 m³/sec. environ que peuvent absorber les turbines dans les meilleures conditions de chute de 10,2 m environ, la production totale annuelle d'énergie peut atteindre 190 millions de kWh dans une année moyenne, dont 82 millions de kWh d'énergie constante. La puissance maximum installée représente dans ces conditions 48 900 chevaux. Le coût d'établissement rapporté au kWh est donc de Fr. 0,122 ; au cheval installé, de Fr. 470.— Ce sont des chiffres certainement bas pour une usine-barrage, construite pendant les années 1920 à 1925, utilisant un débit voisin de 500 m³/sec. et possédant un barrage calculé pour laisser passer des crues de 1900 m³/sec.

Etudes expérimentales sur des constructions en béton armé

par le Professeur Camille GUIDI, ingénieur.
Traduction de M. A. PARIS, ingénieur-conseil,
professeur à l'Université de Lausanne.

La XI^{me} session de l'« Association italienne pour l'étude des matériaux de construction », que j'ai eu l'honneur de présider en mai et juin 1926 à Turin, a occasionné quelques essais de constructions en béton armé, établies dans l'enceinte de la Exposition internationale d'édilité.

De précieuses collaborations ont permis d'exécuter ces ouvrages dans les meilleures conditions. Le Ministère des travaux publics et la Commune de Turin ont

bien voulu subventionner les recherches. De son côté, l'entreprise Bocca et Comoglio a gracieusement fourni les matériaux et les équipes ; la collaboration de MM. Gianoletti, Pozzo et Negri, ingénieurs, et de M. Comoglio, géomètre, a assuré aux ouvrages les éléments de qualité et tous les soins désirables. Ces essais devant profiter aux techniciens comme aux praticiens, nous adressons ici nos vifs remerciements aux Administrations, aux entreprises et aux collègues qui les ont rendus possibles.

Nous avons réalisé deux types de planchers, un portique à deux étages et une construction spéciale, imaginée par l'auteur de ces lignes pour permettre l'étude des déformations élastiques et du régime statique d'un barrage voûté à arche unique.

L'imperméabilité de la voûte du barrage a été assurée d'une manière remarquable par la Société italienne de métallisation Sismondi, ingénieur, qui a fait gratuitement l'application de son procédé. Nous l'en remercions ici.

D'autres collaborateurs méritent d'être nommés. Ce sont d'abord les assistants de l'Ecole polytechnique royale, pour leur prévenance et leur clairvoyance ; ce sont encore MM. Fano et Sullioti, ingénieurs, qui, par intérêt pour nos recherches, engagèrent l'entreprise Nebiolo à nous prêter le matériel de chargement ; ce sont de même MM. Audoli et Bertola, qui ont participé à l'essai de la digue sous charge hydrostatique.

Résultats d'essai de laboratoire des matériaux employés.

Le ciment provenait de la fabrique de Morano Pò ; ses résistances en mortier normal (1 poids de ciment pour 3 de sable normal, avec 9 % d'eau de gâchage) ont atteint

	à 7 jours	à 28 jours
Traction	33,4 kg/cm ²	37,7 kg/cm ²
Compression	339 »	480 »

De son côté, le béton prélevé au chantier de construction a donné à l'écrasement 248 kg/cm², après 46 jours.

L'épreuve par traction de barrettes du fer employé a donné les résultats suivants :

Tableau I.

Calibre mm	CHARGE		Allongement %	REMARQUES
	limite apparente kg/mm ²	rupture kg/mm ²		
5	30,0	41,5	32,0	Rupture dans le secteur utile » » » » » » » » » » Essai exécuté sur éprouvette normale de 20 mm.
8	60,0	83,4	31,0	
10	34,4	45,0	29,0	
12	30,0	41,7	31,5	
18	39,4	58,3	22,7	
20	28,6	39,5	30,0	
22	29,8	40,3	31,0	
24	27,8	40,0	31,3	
28	38,2	50,3	25,0	

Planchers.

La fig. 1 représente schématiquement l'agencement des deux dalles sur plan rectangulaire. Celles-ci sont portées chacune par quatre poteaux de 25 × 25 cm², hauts de