

Les installations électriques de la ville de Lausanne

Autor(en): **Cauderay, G.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **48 (1922)**

Heft 6

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-37395>

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

Réd. : D^r H. DEMIERRE, ing.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Les installations électriques de la ville de Lausanne*, par M. G. Cauderay, ingénieur au Service de l'électricité de la ville de Lausanne. — *Concours d'idées pour le nouvel hôtel de la Banque Populaire Suisse, à Fribourg*. — *Entreprises sociales de construction*. — *DIVERS : Applications de la photographie aérienne aux levés cadastraux et géographiques*. — *Les sociétés financières suisses de l'industrie électrique*. — *NÉCROLOGIE : F. Hennings*. — *BIBLIOGRAPHIE*. — *SOCIÉTÉS : Bureau de placement de la Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes*.

Les installations électriques de la ville de Lausanne.

par M. G. CAUDERAY, ingénieur au Service de l'électricité de la ville de Lausanne.

(Suite)¹

Les lignes.

La première ligne établie en 1901 servant au transport du courant continu série se compose de deux câbles de cuivre, d'une section de 150 mm² chacun, formés de 37 fils de 1,14 mm. de diamètre, portés par des isolateurs de porcelaine à triples cloches. L'écartement entre les câbles est de un mètre. Cette ligne est montée sur des poteaux de sapin imprégnés ; aux croisements de chemins de fer, ces poteaux sont remplacés par des pylônes métalliques. Une ligne téléphonique composée de deux fils de bronze de 3 mm. de diamètre est montée sur les mêmes supports ; tous les 800 mètres environ, les deux fils sont croisés de manière à compenser les effets d'induction provenant de la ligne de transport. Le nombre total des supports de la ligne série est de 1732 poteaux et 20 pylônes. Il reste encore à l'heure actuelle 872 poteaux portant la date de 1901 ; parmi les poteaux remplacés, 144 l'ont été pour des causes de modifications de tracé.

La ligne série qui a eu en cours d'exploitation deux bifurcations, l'une pour l'Usine des produits chimiques de Monthey, l'autre pour la Fabrique de ciment de Paudex, n'en comporte plus aucune actuellement. La ligne absorbe continuellement et quelle que soit la puissance transportée, 300 kilowatts environ, la différence de tension entre ses deux extrémités étant de 2000 volts.

La nouvelle ligne pour le transport du courant triphasé est composée de trois câbles de cuivre ayant une section métallique effective de 50 mm² chacun, composés de 19 fils de 1,83 mm. de diamètre. Le poids du mètre courant de ce câble est de 0,46 kg., sa résistance à la traction de quatre tonnes environ. Au-dessus des câbles servant au transport, un câble d'acier protège la ligne contre les effets de l'électricité atmosphérique et maintient mécaniquement le sommet des pylônes porteurs. Ce câble a une section métallique effective de 41 mm², il est composé de 6 fils dont un au centre formant l'âme de 2,15 mm.

Voir *Bulletin technique* 1921, p. 284.

de diamètre, et 5 fils formant couronne, ayant chacun 3,07 mm. de diamètre. Son poids au mètre courant est de 0,32 kg., sa résistance à la traction de 4,6 tonnes environ.

Le câble d'acier est amarré au sommet des pylônes par des serre-fils à boulons qui assurent, outre la rigidité du système, un bon contact électrique avec la masse métallique du support. Les trois câbles conducteurs sont portés par des isolateurs rigides en porcelaine émaillée à triples

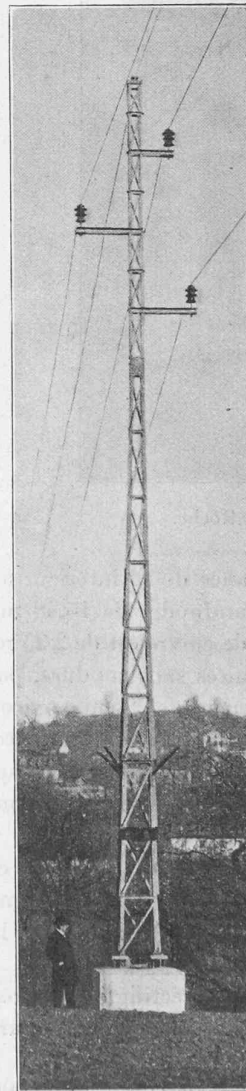


Fig. 28
Pylône porteur.

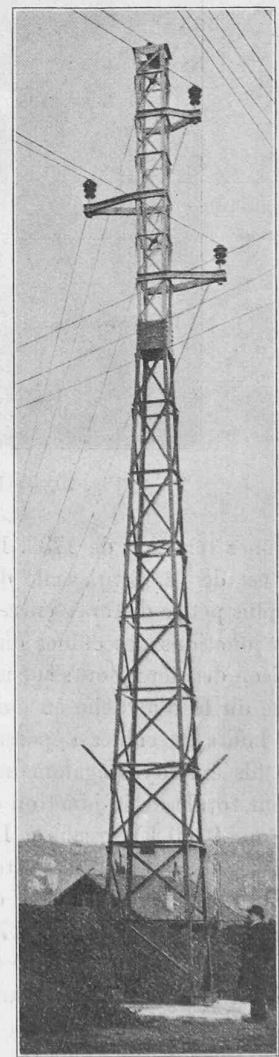


Fig. 29.
Pylône tenseur.

cloches du type Hermsdorf, de 320 mm. de haut pour 255 mm. de diamètre maximum; ces isolateurs ont été essayés à 100 000 volts en fabrique. La nouvelle ligne dont la longueur est de 54 040 kilomètres est supportée par 388 pylônes métalliques, calculés pour une portée de 180 mètres, la portée moyenne étant de 140 à 150 mètres. Ces pylônes sont de deux types, pylônes porteurs (fig. 28) et pylônes tenseurs (fig. 29), les premiers faits seulement pour supporter la ligne dans les tracés rectilignes, les seconds destinés aux angles. Pour les deux types, l'armature métallique servant à fixer le mât est noyée dans le socle de béton, le fût est boulonné sur cette armature, la partie supérieure, galvanisée, portant les consoles des isolateurs, se boulonne à son tour sur le fût. Le poids des pylônes porteurs est de 1025 kg., celui des



Fig. 30. — Poste de Roche.

pylônes tenseurs de 1735. La distance du fil intérieur au sol est de 12,46 m., celle du fil parafoudre de 16,48 m., la plus petite distance entre câble de cuivre est de 2,25 m. Les jonctions des câbles ont été faites sans soudure, par liaison des deux bouts sur une longueur de 27 cm. environ avec du fil d'attache en cuivre de 2,5 mm. de diamètre, les bouts de câbles dépassant étant détordus et chacun des fils employés également à assurer la liaison. La longueur totale de la jonction est de 52 cm. environ.

Pour 9200 kW reçus à Lausanne sous 48 500 volts et sous $\cos \varphi = 0,845$ la perte de puissance due à la ligne Saint-Maurice—Lausanne est d'environ 915 kW et la tension absorbée est de 6170 volts.

Le tracé de la ligne a été choisi aussi rectiligne que possible, le nombre total des angles est de 22 dont la plupart sont très faibles.

La ligne Saint-Maurice—Lausanne a coûté 1 866 000 francs. Dans ce chiffre les postes énumérés ci-dessous entrent pour les pourcentages suivants :

Cuivre	23,17 %
Acier	2,47 %
Pylônes, socles, isolateurs, plaques de terre	39,91 %
Montage	18,49 %
Piquetage, plans cadastraux, frais d'études	4,20 %
Droits de passage	11,76 %

Signalons qu'à l'époque de la construction de la ligne l'acier valait 3 fr. 70 le kg., le cuivre 5 fr. 50, les pylônes environ 1 fr. 30 le kg.

Avant que la nouvelle installation de Saint-Maurice soit en exploitation, Pierre-de-Plan étant privé de sa réserve thermique ensuite des mesures restrictives de guerre, c'est de l'usine de la Société Romande à Vouvry que venait le complément nécessaire à l'alimentation de Lausanne.

L'installation faite à Vouvry comprenait un alternateur monté sur l'axe d'une turbine appartenant à la Société Romande d'Electricité et alimentant un transformateur de 2000 kVA dont les bornes haute tension étaient reliées à une ligne 50 000 volts se jonctionnant à Roche à la première partie construite de la ligne Saint-Maurice—Lausanne.

La ligne Vouvry—Roche a quatre kilomètres environ, ses conducteurs sont de même section que ceux de la grande ligne, ils sont supportés par des poteaux de bois jumelés. La portée moyenne entre poteaux est de 80 m. A Roche, au point de jonction des deux lignes, on a construit un poste de couplage destiné à permettre les opérations de sectionnement sous tension mais sans charge entre les lignes; la construction du poste a été faite en prévoyant une dérivation supplémentaire éventuelle. Les opérations de couplage sont effectuées au moyen de simples sectionneurs manœuvrés par perche; on s'est assuré la possibilité de mesurer l'énergie de chacune des sorties, pour cela des transformateurs de courant avec by-pass pourront être connectés sur chacune des lignes et un transformateur de tension pourra être relié aux barres collectrices centrales. L'appareillage est dimensionné pour la capacité de transport de la ligne Saint-Maurice—Lausanne, soit 8000 kilowatts environ.

Le terrain marécageux où on a dû construire le poste de Roche (fig. 30) a exigé l'établissement d'une vaste dalle monolithe de béton. Les murs sont en plots *PKB*, les planchers et la dalle supérieure en béton armé, le poste divisé en deux étages respectivement de 5 m. et 4,65 m. de haut; c'est à l'étage supérieur que se font les manœuvres de clenchement, le rez-de-chaussée est destiné à recevoir les appareils de mesure et les transformateurs de tension. Tandis que les conducteurs traversent le poste, les fils parafoudre se joignent à l'extérieur sur la toiture.

Usine de Pierre-de-Plan.

L'ancienne installation avait été aménagée pour servir à la transformation en courant triphasé du courant à intensité constante amené par la première ligne, et aussi

dans les cas d'accidents ou d'insuffisance pour pouvoir fonctionner comme usine génératrice et fournir directement le courant nécessaire en utilisant la réserve thermique.

En cours d'exploitation, les installations décrites dans le *Bulletin technique* du 5 août 1902 au 10 mars 1903 ont dû être augmentées et l'usine actuelle comprend :

Sept groupes transformateurs série-triphasé de 400 HP, chacun pour la fourniture de la lumière et de la force, trois de ces groupes peuvent être actionnés par des machines à vapeur de même puissance.

Une batterie d'accumulateurs de 336 éléments de 1000 ampèreheures pour le service des tramways.

Deux groupes turbo-alternateurs, l'un de 1000 kilowatts, l'autre de 2000 kilowatts.

Les moteurs-série fournis par la *Compagnie de l'Industrie électrique*, de Genève, sont du même type que les génératrices de Saint-Maurice. Ils reçoivent directement le courant de la ligne après que celui-ci a passé par les parafoudres.

Ces moteurs sont construits pour une vitesse de 300 tours-minute, vitesse que les régulateurs Thury main-

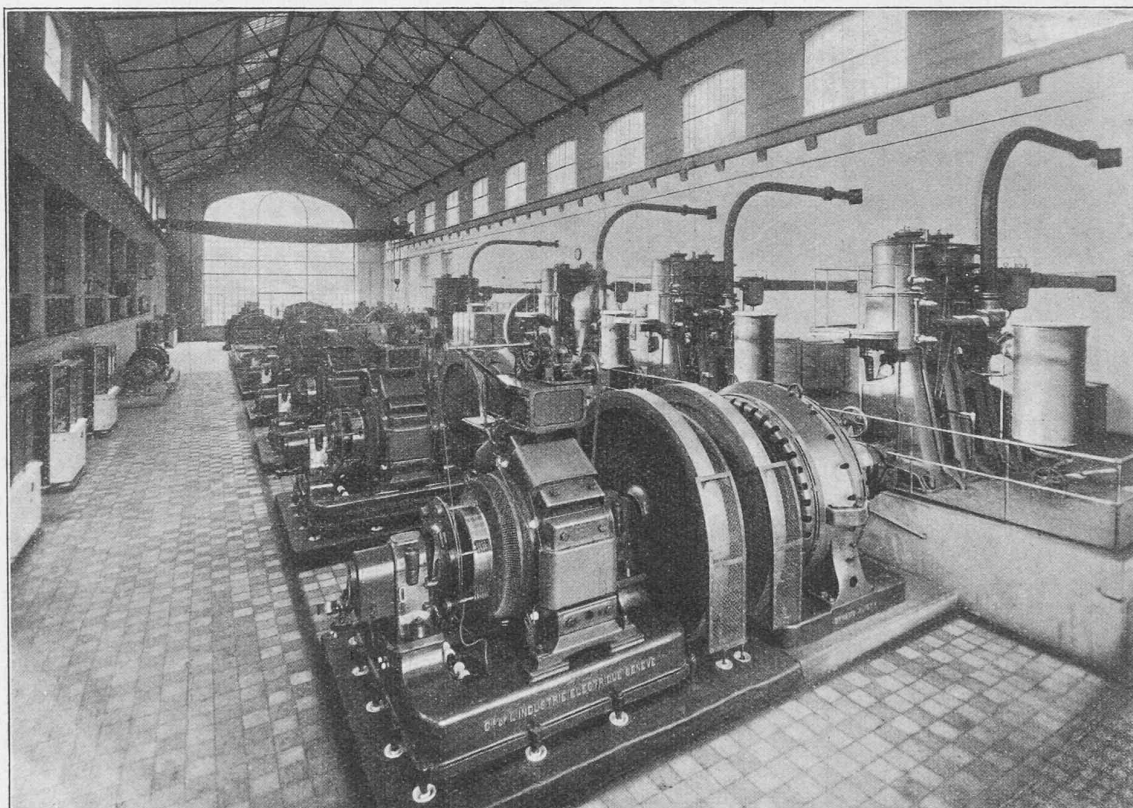


Fig. 31. — Salle des machines de l'usine de Pierre-de-Plan.

Deux groupes série-continu de 400 HP pour le service des tramways.

Un groupe de réserve de 400 HP composé d'un moteur à vapeur commandant directement un alternateur et une génératrice tramways. Cette combinaison permet de produire directement soit du courant alternatif, soit du courant continu sans l'utilisation de la force de Saint-Maurice; on peut en outre, en déchargeant la batterie des trams sur la dynamo qui fonctionne alors comme moteur, obtenir du courant triphasé par l'alternateur, ou inversement en utilisant ce dernier comme moteur synchrone faire donner du courant continu par la génératrice trams.

Un groupe composé d'un moteur-série, d'un alternateur et d'une dynamo-tram permet également des combinaisons de secours en cas d'arrêt ou d'insuffisance de Saint-Maurice (fig. 31).

tiennent constante quelle que soit la charge, condition nécessaire à la marche des génératrices triphasées à tension constante que les moteurs entraînent; l'ampérage est de 150 ampères sous 2100 volts à pleine charge. A chaque moteur correspond un tableau qui, outre les appareils de mesure, comprend un commutateur, un pare-étincelles et un court-circuité automatique à maxima. La réunion des moteurs aux génératrices qu'ils commandent est réalisée par le moyen de volants frettés portant des doigts servant à recevoir les courroies de caoutchouc d'un accouplement Raffard.

Les alternateurs fournis par la *Société d'Electricité Alioth* peuvent produire normalement une puissance de 265 kilowatts sous forme de courant triphasé à 50 périodes par seconde et une tension de 3100 volts. Ils sont à inducteur tournant, formés de deux étoiles à dix branches, les branches de l'une correspondant aux vides de

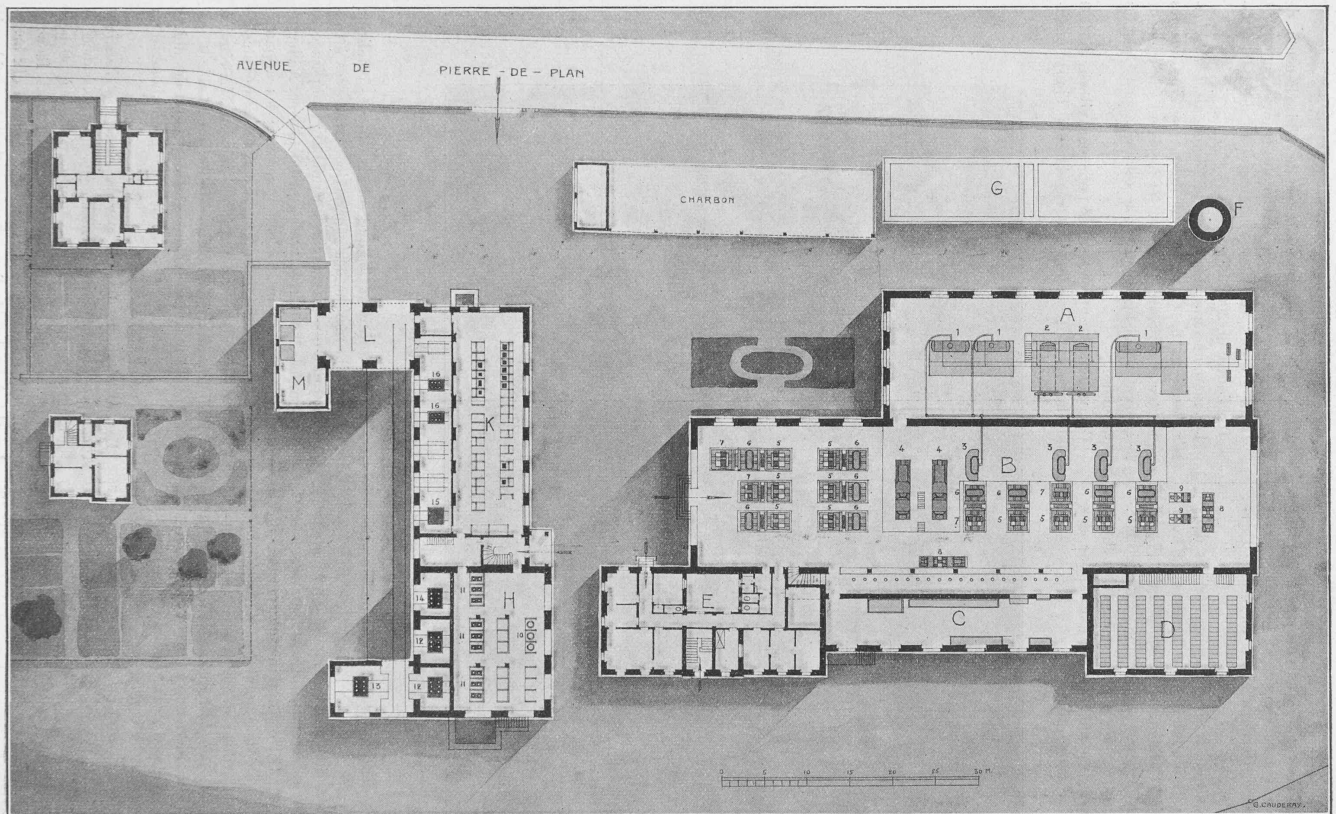


Fig. 32. — Plan général de l'usine de Pierre-de-Plan.

Légende : A = Salle des chaudières. 1. Chaudières Niclausse. 2. Chaudières Guillaume. — B = Salle des machines. 3. Machines à vapeur. 4. Turbines à vapeur. 5. Moteurs à courant continu. 6. Alternateurs triphasés. 7. Génératrices tramways. 8. Groupes survolteurs. 9. Excitatrices. — C = Tableau de l'ancienne usine. — D = Accumulateurs. — E = Bureaux et services accessoires. — F = Cheminée. — G = Refroidisseurs Balké. — H = Bâtiment de l'installation à 50 000 volts. 10. Résistances des parafoudres. 11. Interrupteurs des transformateurs. 12. Transformateurs 50 000/3000 volts pour Lausanne. 13. Transformateur 50 000/65 000 volts pour l'E.O.S. 14. Transformateur 50 000/13 500 volts pour Joux. — K = Bâtiment de l'installation pour 3000/6000 volts. 15. Régulateur d'induction. 16. Transformateurs 3000/6000 volts pour la banlieue. — L = Tour de manutention. — M = Huilerie.

l'autre et les extrémités des rayons portant les pièces polaires lamellées; l'induit est formé de trente bobines, dix par phase, encastrées dans la carcasse de l'alternateur.

Les génératrices pour le courant des tramways, fournies par la Compagnie électrique de Genève, sont construites pour donner 265 kilowatts à 675 volts chacune, elles ont la même apparence que les moteurs-série sauf que le bâti est allongé du fait du collecteur plus grand nécessaire au débit de 440 ampères. Ces machines sont employées comme moteurs dans les groupes de réserve à combinaison dont nous avons parlé sans qu'il soit nécessaire de toucher à quoi que ce soit de leur réglage.

Deux groupes transformateurs fournis par les *Ateliers de construction Erlikon* donnent le courant d'excitation nécessaire aux génératrices triphasées, ils sont composés chacun d'un moteur triphasé asynchrone construit pour 3000 volts et d'une génératrice à courant continu de 125 à 180 volts. Ces groupes tournent à raison de 730 tours à la minute.

L'appareillage du tableau de commande installé dans un local parallèle à la salle des machines comprend pour le triphasé un système de doubles rails pouvant être réunis au moyen d'un interrupteur spécial et sur lequel viennent se brancher les alternateurs. Les appareils de mesure et de commande sont du type dit « à colonne » et montés sur une galerie qui domine la salle des machines. La mise en parallèle des machines s'obtient en se réglant sur des lampes de phase.

La tension du réseau se règle par un voltmètre branché sur un câble-pilote relié aux rails d'une sous-station de distribution en ville.

L'appareillage du tableau des tramways est du même type que celui du tableau triphasé. Les colonnes portant les instruments de mesure sont également montées sur la galerie du tableau. Un régulateur automatique agit sur l'excitation du survolteur et maintient constante la tension au départ de l'usine.

Tout l'appareillage du tableau a été fourni par la maison *Erlikon*.

Les accumulateurs occupent les trois étages du bâtiment réservé spécialement à cette installation. Une batterie de 70 éléments de 540 ampère-heures de capacité pour une décharge de trois heures sert à l'excitation des alternateurs et à l'éclairage de secours de l'usine; cette batterie comprend 28 éléments de réglage pouvant être insérés à volonté au moyen d'un réducteur double monté vers le tableau de distribution. Une seconde, réservée principalement au service des tramways, comprend 336 éléments pouvant débiter 1370 ampère-heures pendant trois heures. Le réglage de la tension pour cette batterie se fait au moyen de groupes survolteurs-dévolteurs de la Compagnie Electrique de Genève.

L'installation formant la réserve thermique de Pierre-de-Plan comprend: les cinq générateurs de vapeur, chacun de 275 m² de surface de chauffe, les quatre machines à vapeur à piston de 400 HP, les deux turbo-alternateurs, l'un de 1000 et l'autre de 2000 kW. La réserve thermique

étant avant tout une réserve de secours, on a adopté le type de chaudière tubulaire qui répond le mieux à cet usage. La chaufferie comprend actuellement deux générateurs Guillaume et trois Niklausse, chacune des chaudières peut donner 4000 kg. de vapeur à l'heure à la pression de 12 kg/cm².

A part les générateurs de vapeur nécessaires aux machines, une petite chaudière Sulzer de 65 m² de surface de chauffe servait au chauffage de l'usine. L'alimentation en eau des chaudières se fait au moyen de petites pompes à vapeur installées à l'extrémité de la chaufferie et refoulant l'eau d'un réservoir dans un double système indépendant de tuyaux d'alimentation qui peuvent se remplacer mutuellement en cas d'accident à l'un d'eux. Ces pompes peuvent débiter 20 m³ à l'heure.

Le canal de fumée et la cheminée construits par la maison *Walther* de Winterthur ont été dimensionnés dès le début pour permettre la marche simultanée des cinq chaudières. La cheminée a 55 mètres de haut et 2 m. 10 de diamètre intérieur à son extrémité supérieure. Les machines à vapeur fournies par la maison *Sulzer Frères* sont des moteurs verticaux compound tandem à condensation et trois manivelles. Leur puissance effective est de 400 HP avec une pression de vapeur de 10 kg/cm²; elles tournent à 300 tours minute.

Les turbo-alternateurs installés sur une plateforme au milieu de la salle des machines, le premier en 1907 et le second en 1911 ont été fournis par la maison *Brown, Boveri et Cie*. Le premier est construit pour une puissance de 1000 kilowatts, le second pour 2000. Leurs pompes centrifuges et leurs condenseurs sont montés dans le sous-sol.

Pour récupérer l'eau de condensation des machines à vapeur on a installé en dehors de l'usine, parallèlement à la chaufferie, deux refroidisseurs à gradins construits par la maison *Balke*. (A suivre.)

Concours d'idées pour le nouvel hôtel de la Banque Populaire Suisse, à Fribourg.

Extrait du rapport du jury.

62 projets (dont l'un avec deux solutions) ont été remis et sont parvenus dans les délais prescrits.

Le N^o 47, devise « Gebrochene Arbeit », a été écarté par le jury, étant incomplet.

Il reste ainsi 61 projets à apprécier.

Le jury a procédé à un premier examen individuel de tous ces projets, puis a continué son examen en commun.

Toutes ses décisions ont été prises à l'unanimité.

Au premier tour d'élimination, ont été écartés, pour insuffisance d'étude, 5 projets.

Restent en présence 56 envois.

Le jury a écarté, au deuxième tour d'élimination, pour défauts de concordance et mauvaise interprétation du programme, 29 projets.

Il en reste à ce moment encore 27 à apprécier.

Parmi ceux-ci ont encore été éliminés, au troisième examen 15 projets, dénotant certaines qualités d'étude, mais ne remplissant pas suffisamment les conditions du programme, et présentant des fautes de conception.