

# 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 7

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-37398>

## **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<sup>r</sup> H. DEMIERRE, ing.

Paraissant tous les 15 jours

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

SOMMAIRE : Etude sur les barrages arqués. — *Les installations électriques de la ville de Lausanne*, par M. G. Cauderay, ingénieur au Service de l'électricité de la ville de Lausanne. (Suite.) — *Concours d'idées pour le nouvel hôtel de la Banque Populaire Suisse, à Fribourg*. (Suite.) — DIVERS : *Limite de proportionnalité et module d'élasticité de petits câbles sollicités à la traction*. — *Turbines hydrauliques à roues en forme d'hélices de navire*. — *Au Département fédéral des chemins de fer*. — *Le projet de loi sur la réorganisation des C. F. F.* — *Commission technique de l'Association des constructeurs suisses de ponts et de charpentes métalliques*. — BIBLIOGRAPHIE. — SOCIÉTÉS : *Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes*.

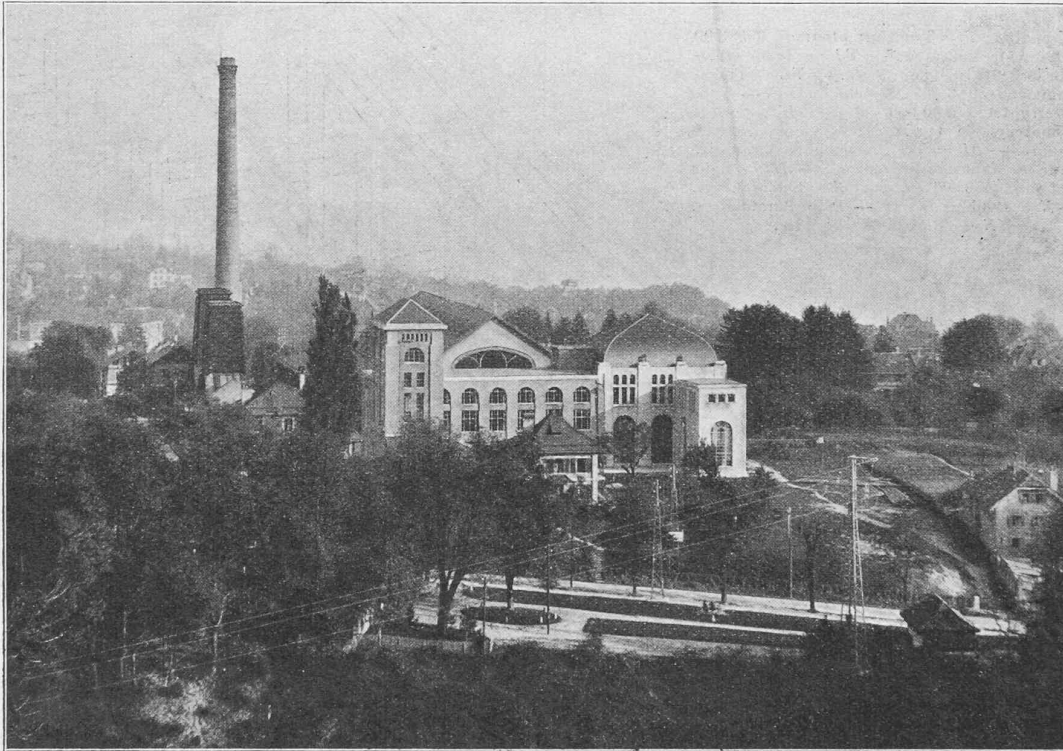


Fig. 33. — Usine de Pierre-de-Plan.

## Etude sur les barrages arqués.

L'exécution d'un tirage à part pressant nous a obligé à renvoyer au prochain numéro du « *Bulletin technique* » la suite de l'étude de M. A. STUCKY. Réd.

## Les installations électriques de la ville de Lausanne.

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

(Suite) <sup>1</sup>

La partie nouvelle de l'usine de Pierre-de-Plan destinée à recevoir et à transformer le courant amené par la ligne à 50 000 volts comprend, outre l'installation pour Lau-

sanne, l'appareillage nécessaire à livrer du courant à la Compagnie EOS, ou l'énergie fournie par d'autres usines sur la ligne Saint-Maurice—Lausanne, et depuis novembre 1921, l'installation prévue pour mettre éventuellement à la disposition de la *Compagnie des Forces de Joux*, une puissance maximum de 2500 kVA.

Les tensions utilisées dans les diverses installations sont : à l'arrivée 50 000 volts ; pour la distribution de Lausanne-Ville 3000 volts ; pour le réseau de Lausanne-banlieue 6000 volts ; pour l'usine et le réseau local 216/125 volts. Le départ pour la ligne de l'EOS sur Genève est à 55 000 volts, celui de la ligne de Joux à 14 000 volts.

L'installation nouvelle dont on peut suivre la disposition sur le schéma (fig. 34) comprend : à l'étage du bâtiment de l'appareillage à 50 000 volts, l'arrivée de la ligne Saint-Maurice, les appareils de protection, parafoudres à cornes *P*, et leurs résistances liquides *Rh* au rez-de-chaussée ; bobines de self *N* à l'étage. L'interrupteur de la ligne *K*, les rails généraux *H*, sur lesquels sont pris les

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* du 18 mars 1922, page 69.

transformateurs *L M* pour les appareils de mesure. Les deux transformateurs à 5000 kVA pour le service de Lausanne *TT* sont installés au rez-de-chaussée ainsi que leurs interrupteurs *K*. Le courant transformé est conduit par câbles dans le bâtiment réservé à l'installation 3000/6000 volts qui comprend : les interrupteurs basse tension des transformateurs, les rails à tension non réglée allant au régulateur d'induction, les rails à tension réglée 3000 volts allant d'une part alimenter les départs sou-

bobines de self *N* dans une cabine spéciale d'où part la ligne d'aluminium d'alimentation de Genève.

L'alimentation de Joux qui occupe provisoirement les cases et cabines réservées au troisième transformateur pour Lausanne, comprend les dérivations sur les rails généraux à 50 000 volts, l'interrupteur du transformateur *TJ* 50/000/14 500. Le courant transformé est conduit par câble à une cabine extérieure où sont montés les interrupteurs basse tension, transformateurs de mesure, appa-

**Légende :** *T* = Transformateurs 50 000/3000 volts pour Lausanne. — *TJ* = Transformateur 50 000/13 500 pour Joux. — *TG* = Transformateur 50 000/65 000 pour E. O. S. — *K* = Interrupteurs à 50 000 volts. — *L* = Transformateurs de tension pour les appareils de mesure. — *M* = Transformateurs d'intensité pour les appareils de mesure. — *H* = Rails généraux à 50 000 volts. — *S* = Sectionneurs. — *N* = Bobines de self. — *P* = Parafoudres. — *R* = Résistances liquides.

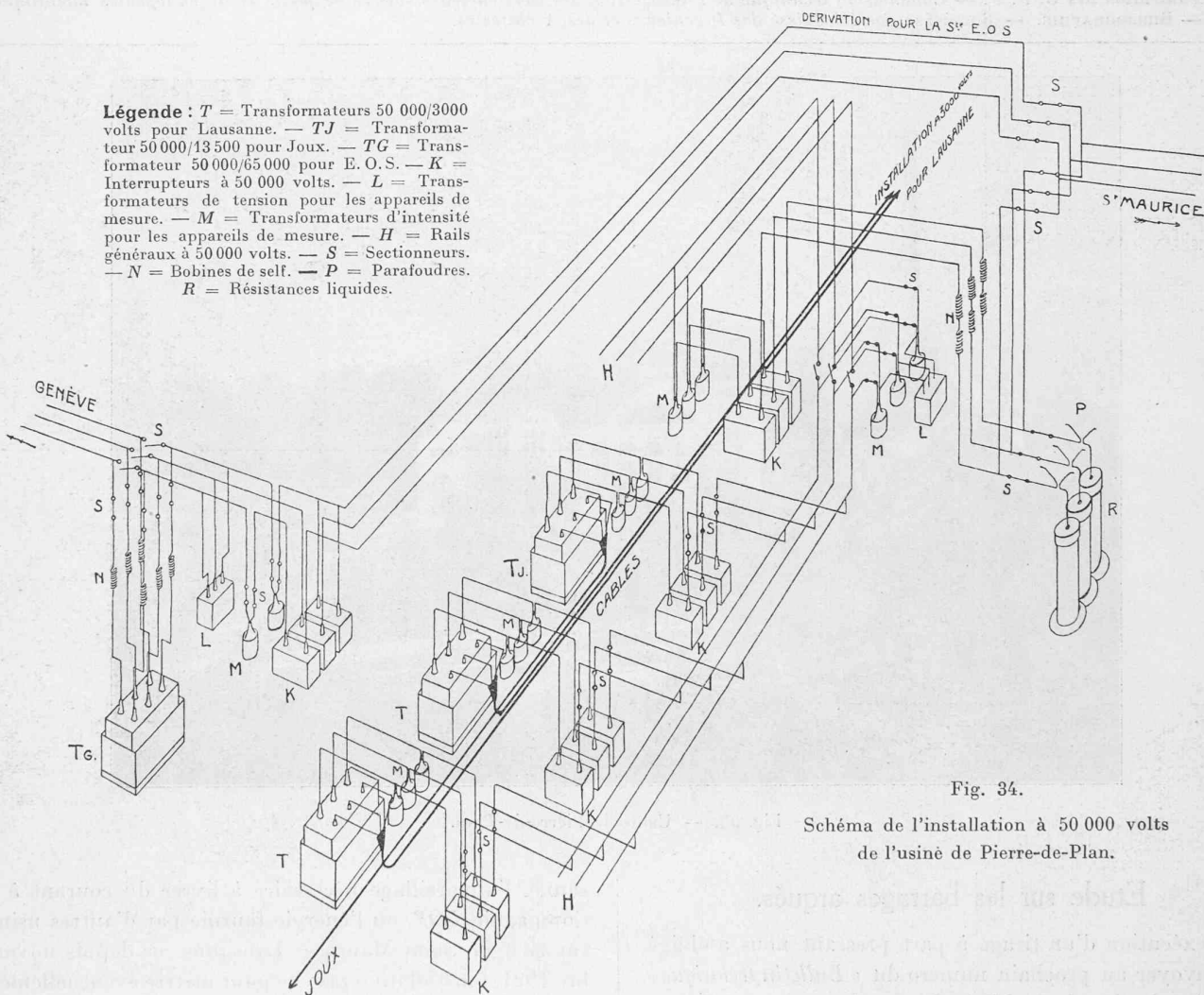


Fig. 34.

Schéma de l'installation à 50 000 volts de l'usine de Pierre-de-Plan.

terrains pour la ville et d'autre part les transformateurs éleveurs d'une puissance de 800 kVA, 3000/6000 volts, desservant la banlieue. Le premier étage du bâtiment 3000/6000 est occupé par la salle des appareils de commande et de mesure, le second étage par les interrupteurs des départs à 6000 volts et les appareils de protection des lignes.

L'installation destinée à alimenter la ligne *EOS* est prise en dérivation dès l'entrée de la ligne Saint-Maurice—Lausanne, les barres conductrices passent dans l'étage supérieur du bâtiment à 50 000 volts, aboutissent à un interrupteur *K* qui commande l'auto-transformateur éleveur *TG* 50 000/65 000 volts disposé ainsi que les

rails de protection, etc., et d'où part la ligne. Tous les appareils de commande et de mesure sont centralisés au tableau.

Dans le bâtiment pour l'appareillage à 50 000 volts, les dispositions de l'installation le permettant, les protections à l'arrivée de la ligne, parafoudres à cornes et leurs résistances liquides, ont été installées au rez-de-chaussée, ce qui réduisait à un minimum le nombre des coudes des barres, et diminuait la longueur de la ligne de terre tout en assurant un écoulement rapide et sans danger pour le reste de l'installation du liquide des résistances au cas du bris de celles-ci.

Les deux transformateurs de 5000 kVA pour Lausanne

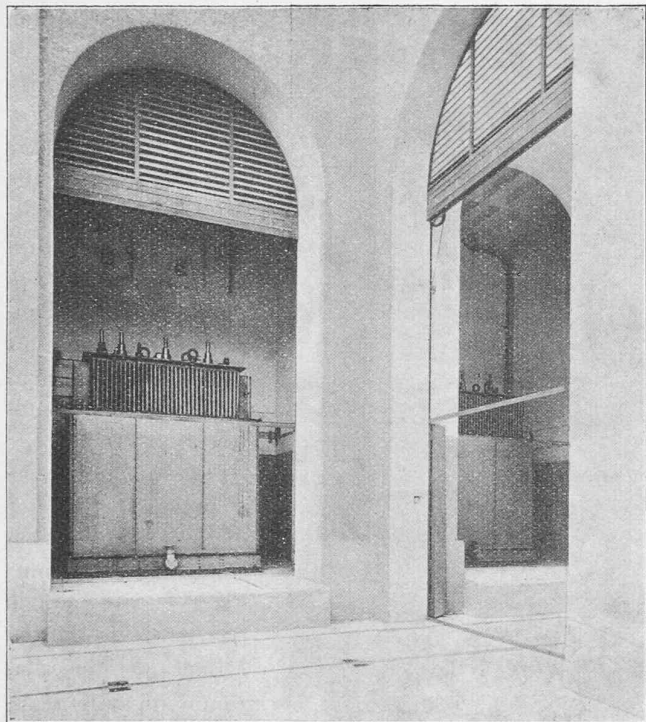


Fig. 35. — Transformateurs de 5000 kVA.

(fig. 35) sont à bain d'huile, les enroulements primaires et secondaires connectés en étoile, avec borne pour le neutre du côté haute tension; la tension du secondaire est de 3200/3400 volts à vide, les transformateurs ont été essayés en fabrique à une tension de 100 000 volts pendant

une minute. Le rendement garanti sous  $\cos \varphi = 0,8$  est de 98,5 % au 4/4 de la charge, de 98,4 au 3/4 et de 98,2 % au 2/4. Ils sont munis de thermomètres à lecture à distance placés au tableau de commande. La quantité d'huile nécessaire par appareil est de 6300 kg., les transformateurs sont montés sur galets de roulement, leur poids total est de 14 tonnes par appareil.

Le refroidissement se fait par ventilation forcée au moyen d'un groupe moteur ventilateur construit pour donner 450 m<sup>3</sup> d'air par minute sous une pression de

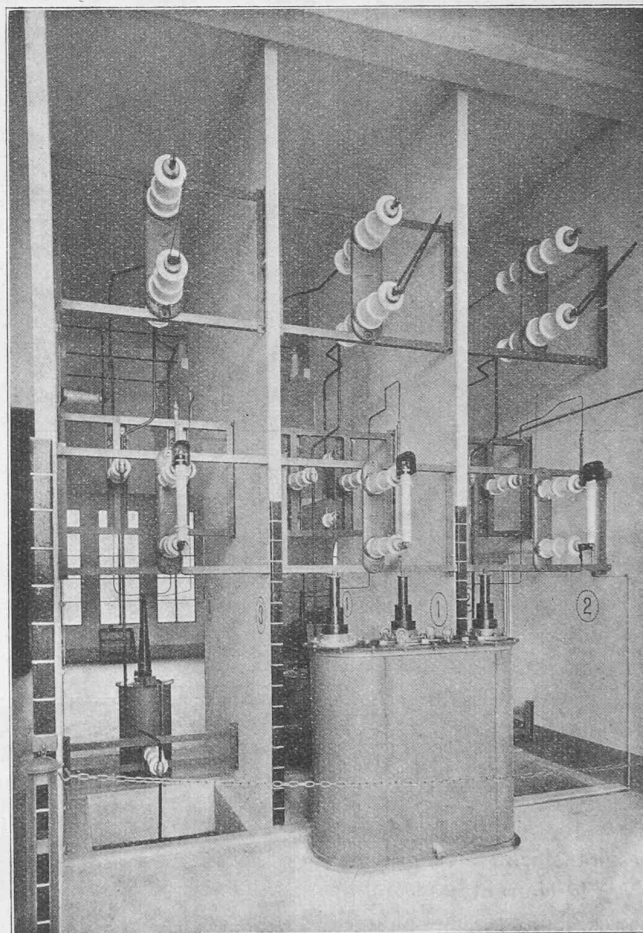


Fig. 37. — Transformateurs pour les appareils de mesure.

20 mm. de colonne d'eau, le moteur triphasé est de 7,5 HP et tourne à une vitesse de 1450 t/m., un avertisseur placé au tableau contrôle la marche normale des ventilateurs.

Les interrupteurs triphasés à 50 000 volts (fig. 36) pour la ligne et les transformateurs sont constitués par trois interrupteurs unipolaires reliés mécaniquement et pouvant couper en court-circuit une puissance de 4800 kVA environ, ils sont munis de résistances pour l'enclenchement graduel de façon à éviter autant que possible les surtensions qui se produisent à la manœuvre. Ces appareils ont été essayés en fabrique à 130 000 volts, ils sont montés sur galets de roulement et sont commandés électro-magnétiquement de la salle du tableau. Le réduc-

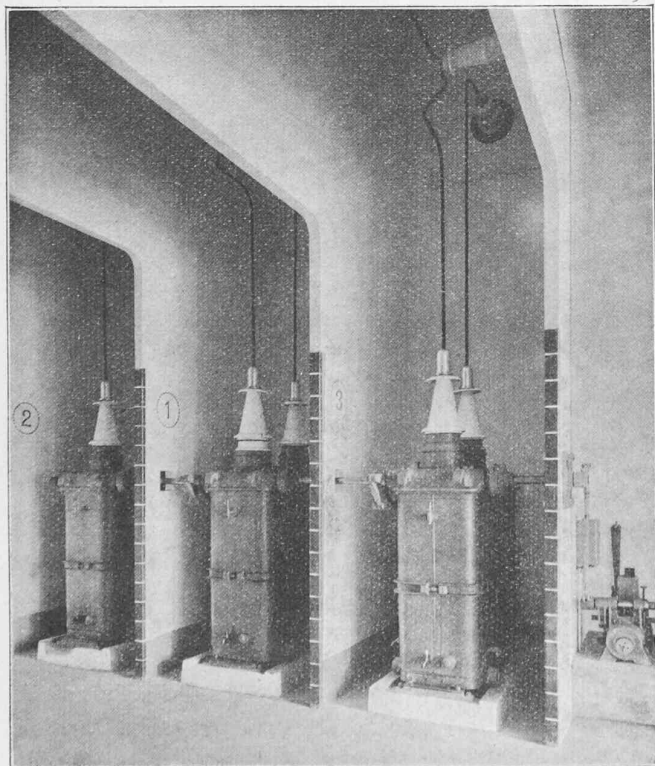


Fig. 36. — Interrupteurs à 50 000 V.

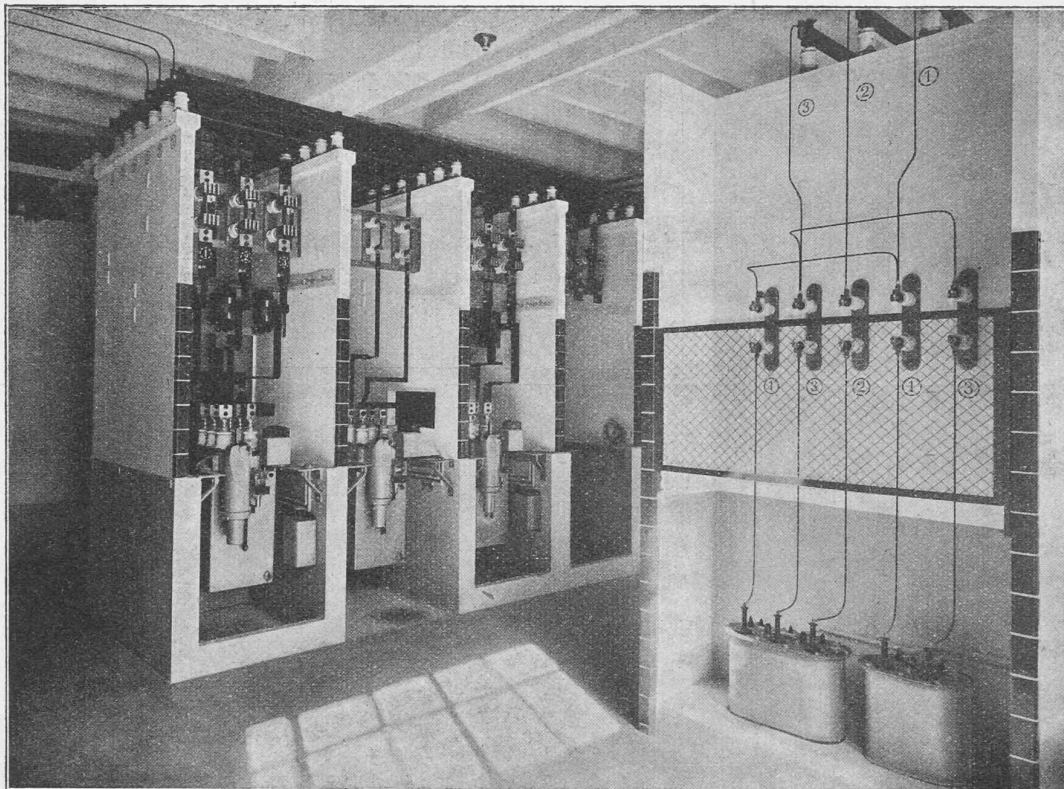


Fig. 38. — Appareillage du régulateur d'induction.

sance d'interruption en court-circuit est de 21 000 kVA. Les interrupteurs haute et basse tension des transformateurs de 5000 kVA sont verrouillés électrique-ment de manière à pouvoir être enclenchés séparément, mais à ce que leur déclenchement soit simultané.

Les connexions avec d'autres usines et d'autres causes possibles de variations ont nécessité pour le réglage de la tension à Lausanne l'installation d'appareils régulateurs d'induction dont pour le moment un seul est installé, la place étant réservée pour trois. Le régula-

teur de tension et les réducteurs d'intensité (fig. 37) pour les appareils de mesure généraux, sont placés à l'étage sur le parcours des rails dont ils peuvent être isolés par les jeux sectionneurs formant by-pass. Le réducteur de tension est construit pour un rapport de réduction de 50000/100 volts, les réducteurs d'intensité pour 200/5 ampères.

Des bornes basse tension des transformateurs de 5000 kVA, le courant est conduit par câbles au rez-de-chaussée de l'installation 3000/6000, les trois câbles de 750 mm<sup>2</sup> desservant chaque transformateur aboutissent à un interrupteur triphasé à 3000 volts. Ces appareils sont du type tripolaire à bain d'huile avec cuve commune aux trois pôles, les sectionneurs sont séparés par des parois isolantes. Ils sont pourvus de résistances pour l'enclenchement et le déclenchement graduels et sont à commande à distance depuis le tableau, ils sont construits pour 1000 ampères et leur puis-

teur d'induction installé est à bain d'huile, à ventilation forcée de la cuve, il est construit pour une puissance externe de 5000 kVA et interne de 490 kVA, permettant le réglage de la tension de  $\pm 10\%$ , soit de 2880 à 3500 volts si les

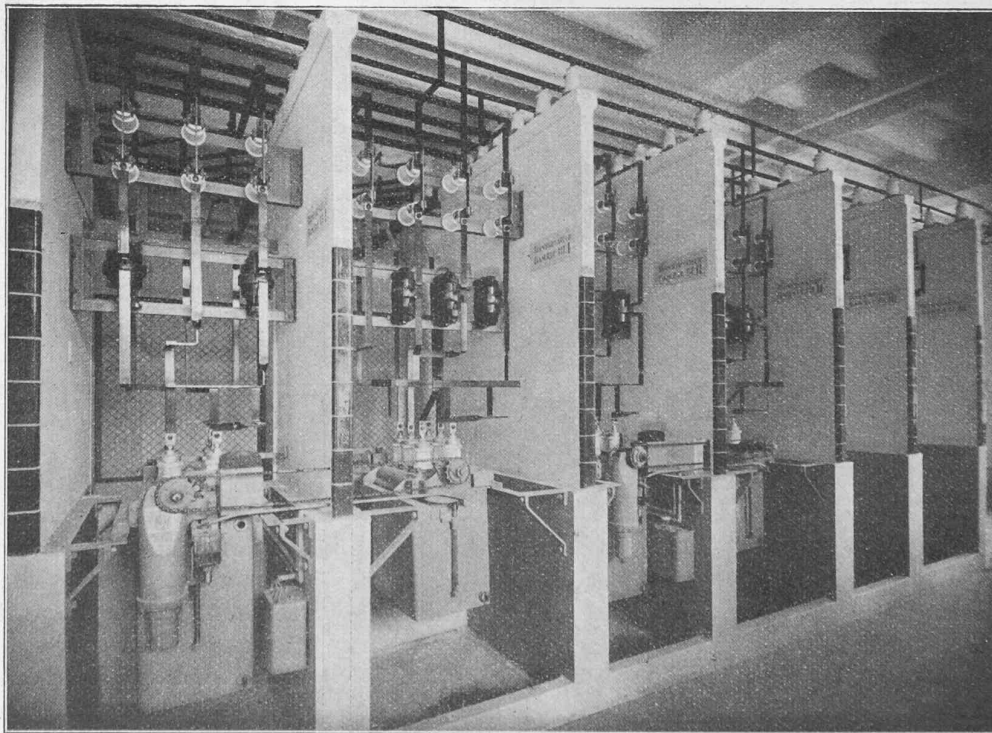


Fig. 39. — Interrupteurs des transformateurs de 800 kVA.

barres sont branchées sur les bornes 3200 volts du transformateur, ou de 3060 volts à 3740 lorsqu'elles sont reliées aux bornes à 3400 volts. La perte à vide du régulateur est d'environ 15 kW, l'échauffement normal de l'huile est de 50°, la quantité d'huile nécessaire par appareil est de 4000 kg. Le régulateur est monté sur galets de roulement fixés mécaniquement une fois l'appareil mis en place de manière à assurer la commande venant de l'étage contre tout gauchissement possible. Le refroidissement de l'huile s'obtient par un groupe moteur-ventilateur construit pour refouler 160 m<sup>3</sup> d'air par minute, le moteur de 3 HP tourne à 1440 t/m. La commande automatique du survolteur se fait par huile sous pression dirigée par les déplacements d'un relai électrique lequel est branché sur les barres dont la tension doit être maintenue constante, un système de leviers mus par le relai que les variations qui tentent de se produire actionnent, ouvre ou ferme proportionnellement l'admission de l'huile sous pression dans les pistons qui agissent sur l'arbre du régulateur d'induction. Pour éviter le surréglage les éléments mécaniques et électriques de la commande sont munis de rappels qui replacent instantanément les organes dans leur nouvelle position de départ. Ce type de commande à pression d'huile a l'avantage

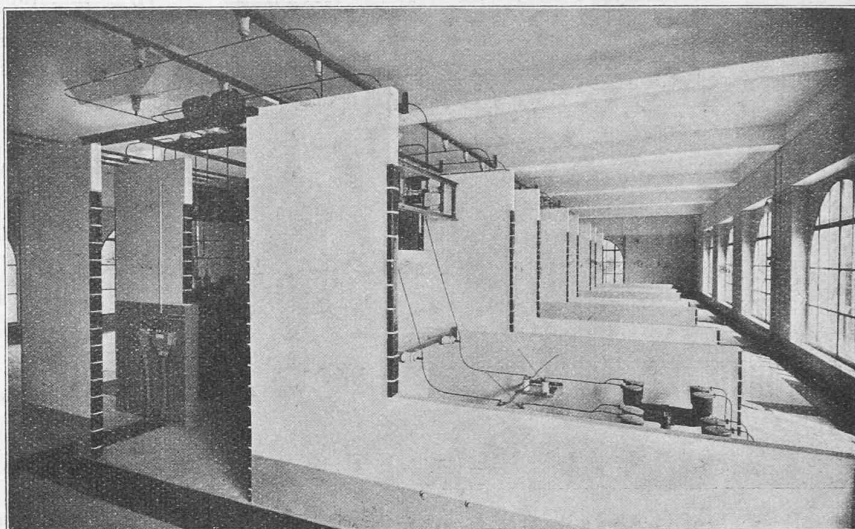


Fig. 40. — Appareils de protection des départs à 6000 v.

d'une grande rapidité de fonctionnement, il permet d'aller de l'une à l'autre des positions extrêmes de réglage en 1 1/2 seconde. L'huile est maintenue sous pression par une pompe mue par un moteur de 3 HP tournant à 710 tours/minute, la pression obtenue peut aller jusqu'à 10 atmosphères. La commande à huile sous pression installée est assez puissante pour régler deux appareils, elle est pourvue du dispositif de synchronisation permettant la marche en parallèle lors du complément de l'installation. Notons que des trois appareils prévus, un servira de réserve.

En cas de non fonctionnement ou de réparations à apporter au régulateur de l'installation actuelle, un interrupteur permet de relier directement les barres à tension non réglée à celles à tension réglée et après avoir isolé par l'ouverture de ces interrupteurs le régulateur d'induction, de mettre directement l'installation de distribution en communication avec les transformateurs. L'appareillage du régulateur d'induction (fig. 38) comprend deux interrupteurs, l'un pour l'entrée, l'autre pour la sortie, pouvant être enclenchés indépendamment mais appa-

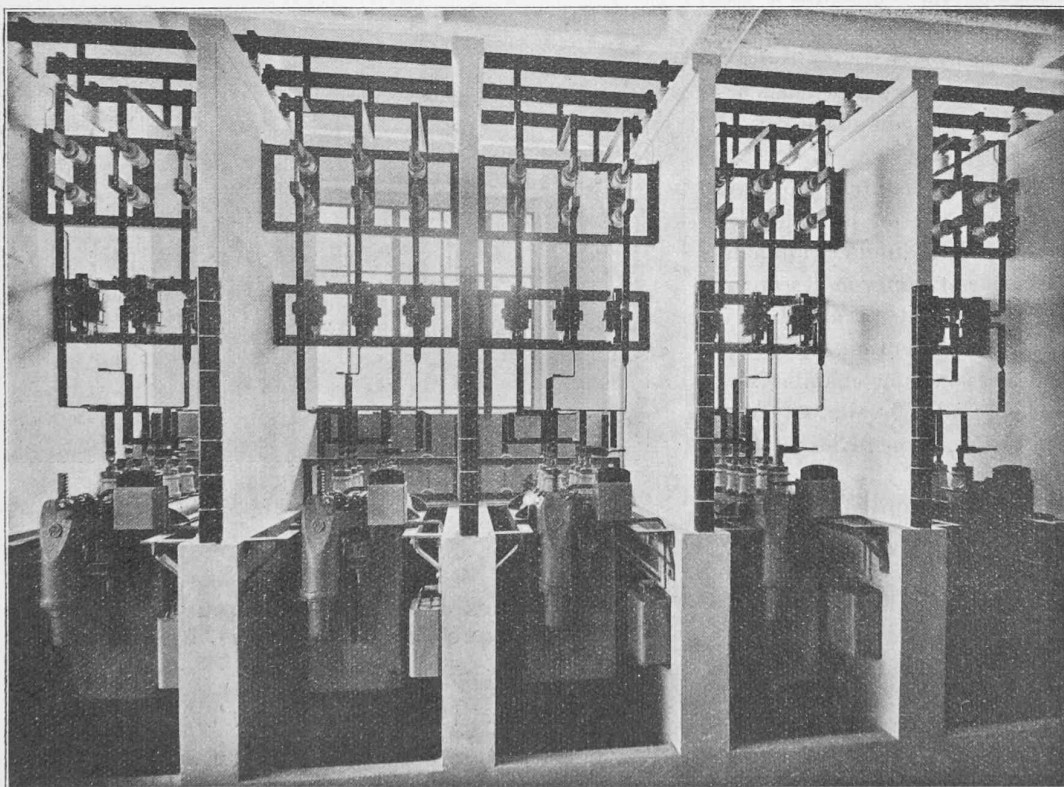


Fig. 41. — Interrupteurs des départs à 3000 v.

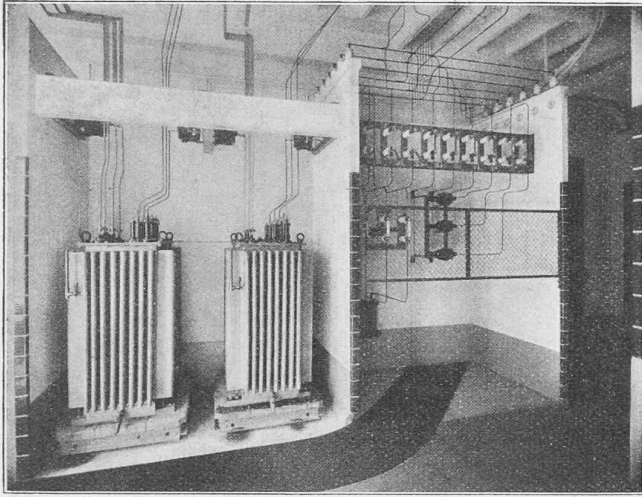


Fig. 42. — Transformateurs de 100 K V A.

reillés de manière à déclencher simultanément soit à main soit automatiquement.

Les rails à tension réglée qui partent du régulateur vont d'une part alimenter les transformateurs-élevateurs 3000/6000 desservant les lignes de banlieue, et d'autre part les dérivations des départs urbains. Chacun des deux transformateurs-élevateurs installés pour la banlieue est d'une puissance de 800 kVA et d'un rapport de transformation de 3000/6100 volts à vide. Ces appareils sont à refroidissement naturel, montés sur galets, ils contiennent 2500 kg. d'huile, leur appareillage (fig. 39) comprend deux interrupteurs, l'un pour l'entrée, l'autre pour la sortie réunis mécaniquement par chaînes. La commande à distance de ces appareils qui se fait de la salle du tableau est donc simultanée. Seul des deux interrupteurs couplés celui à 3000 volts est muni de résistances pour l'enclenchement et le déclenchement graduels et du dispositif de déclenchement automatique.

Les barres totalisatrices à 6000 volts montent dans une gaine à l'étage supérieur du bâtiment où chacune des quatre lignes banlieue est prise en dérivation et commandée à distance par un interrupteur et pourvue des appareils de protection, bobines de self et parafoudres à cornes (fig. 40). Dans la tour de manutention, au-dessus de la voie du pont roulant, on a réservé une chambre servant aux départs aériens des lignes à 6000 volts, un câble 125/216 volts qui y accède également, alimente les réseaux de distribution autour de l'usine.

La place a été prévue pour dix départs urbains, six sont installés actuellement (fig. 41). Ils sont commandés par interrupteur pouvant en court-circuit interrompre 21 000 kVA ; en service continu l'intensité admise par pôle est de 350 ampères.

Egalement au rez-de-chaussée du bâtiment du tableau deux transformateurs de 100 kVA, 3000/125 volts, assurent le service de l'usine et du réseau local (fig. 42).

Les installations servant au contrôle et à la commande des lignes pour les compagnies d'EOS et de Joux sont pourvues du même appareillage que celles de Lausanne.

Dans la cabine du départ de la ligne EOS (fig. 43) un jeu de sectionneurs est disposé de manière à pouvoir clencher la ligne de départ directement sur les barres à 50 000 volts, le transformateur-élevateur étant mis hors circuit par l'ouverture de ses sectionneurs. Le courant basse tension du transformateur de Joux est conduit par câbles à une petite cabine extérieure où sont installés les interrupteurs et les réducteurs de tension et d'intensité des appareils de mesure. La puissance du transformateur de l'EOS est de 18 000 kVA et celle du transformateur pour Joux est de 2500 kVA, ces deux appareils sont à refroidissement naturel.

La salle du tableau (fig. 44) où sont centralisés tous les organes de commande et de mesure, est pourvue de deux rangées de pupitres parallèles se faisant vis-à-vis, portant les appareils de mesure du type encastré sur le plan incliné des pupitres, les manettes de commande et les lampes-témoins sur la tablette horizontale et les relais et compteurs sur les panneaux inférieurs. A part les pupitres, à une extrémité de la salle, un tableau spécial sert aux appareils du réseau local et à ceux de l'usine. L'éclairage et le chauffage électrique de l'usine se commandent de la même salle. Un poste central de téléphone relie le tableau avec les différents services, la cabine de l'EOS est en outre pourvue d'une installation de téléphonie à haute fréquence qui assure les communications rapides avec Genève. Les appareils généraux, voltmètres totalisateurs, fréquences-mètres, etc., sont montés sur les piliers de manière à être facilement visibles du poste de surveillance. Au même étage, mais dans une chambre séparée, est installé le servo-moteur du régulateur d'induction, dont le contrôle a nécessité la proximité avec la salle du tableau.

(A suivre.)

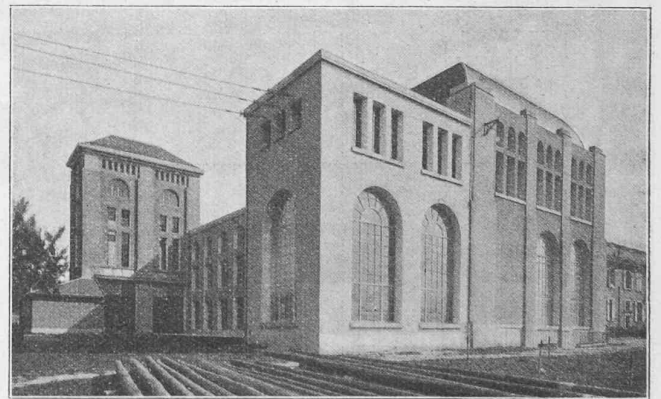


Fig. 43. — Départ de la ligne de l'E. O. S.

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

Extrait du rapport du jury. (Suite.)<sup>1</sup>

Projet N° 28. — Devise: L'Or II.

L'auteur a réussi à satisfaire les exigences du programme avec des surfaces et un cube très restreints.

<sup>1</sup> Voir Bulletin technique du 18 mars 1922, page 65.

Les locaux ont les dimensions demandées et les services sont généralement bien répartis. L'éclairage des bureaux est favorable.

On critique : les dimensions exigües de la salle d'attente des Titres, l'escalier insuffisant conduisant du Hall des Titres au Trésor, le manque complet de communication entre le service des Titres et le Trésor.

L'escalier de la Direction est mal conçu et difficilement exécutable.

La distribution de l'entresol et celle du premier étage sont à revoir complètement. Les services ainsi distribués sur deux

### Limite de proportionnalité et module d'élasticité de petits câbles sollicités à la traction.

M. R. R. Moore, chef de la Division technique du Service aéronautique des Etats-Unis a exécuté, à la station de Dayton (Ohio), des recherches sur la limite et le module d'élasticité de petits câbles métalliques utilisés dans l'aviation. Les résultats de ces travaux ont été publiés par le *Mechanical Engineering* de février 1922, auquel nous empruntons les renseignements suivants :

#### LES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES DE LA VILLE DE LAUSANNE

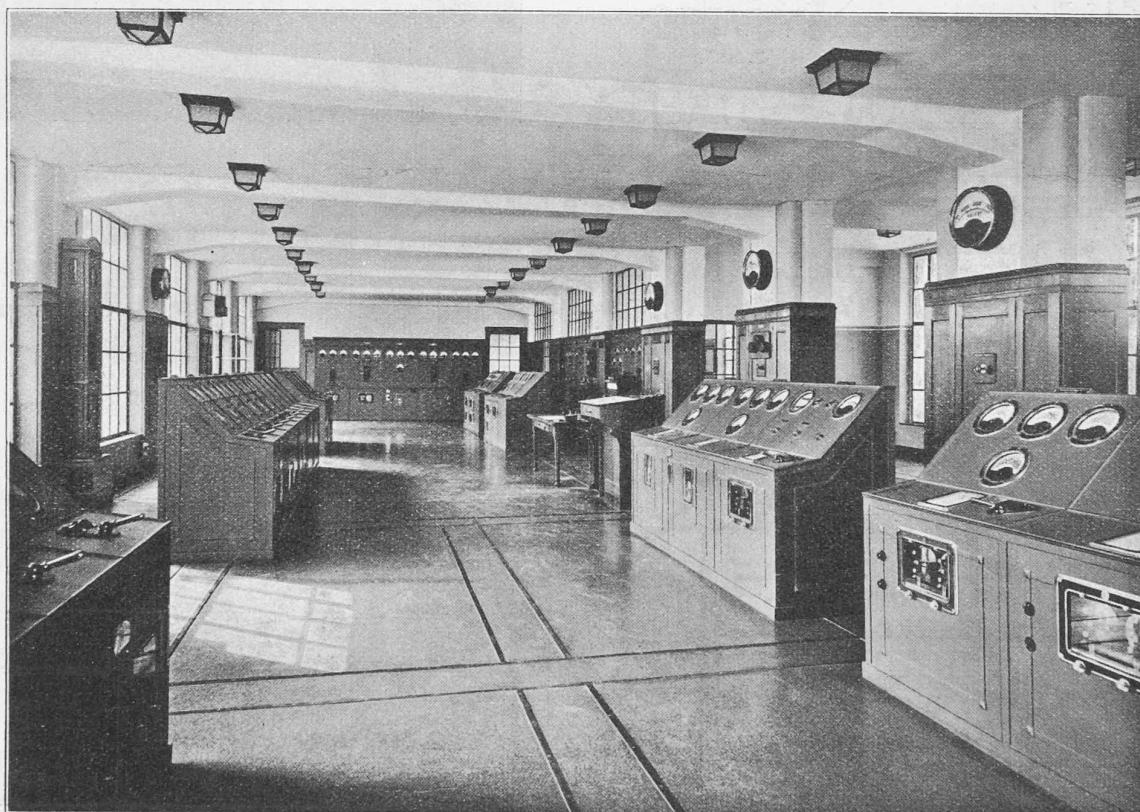


Fig. 44. — Salle de commande.

étages doivent comporter les Directeurs répartis sur ces deux étages. La distribution des étages supérieurs est bien conforme à ce qui convient à Fribourg. L'architecture proposée est sèche et peu sympathique. Le corps de bâtiment principal est trop étroit et cette étroitesse est encore augmentée par l'escalier « en verrière ».

Le grand avantage de ce projet réside dans son cube extrêmement réduit, dans la clarté de son plan, dans la facilité d'éclairer utilement tous les services. Ce projet a démontré qu'il était facile de réaliser économiquement les exigences de la Banque, en n'attribuant pas trop d'importance à la partie locative, difficilement rentable.

Nombre des points obtenus : 96.

(A suivre.)

Après avoir mesuré la *limite de proportionnalité* et le *module d'élasticité* au moyen d'un dispositif susceptible d'écartier les causes d'erreur, d'ailleurs difficilement éliminables quand il s'agit de mesures de précision sur les câbles, M. Moore a étudié l'influence de sollicitations au delà de la limite apparente d'élasticité sur la grandeur du module. Cette influence apparaît à l'examen du tableau suivant dont la troisième colonne est relative au module de câbles sollicités pour la première fois jusqu'à la limite de *proportionnalité* tandis que la quatrième colonne contient les valeurs du module pour le même câble sollicité au delà de la limite *apparente d'élasticité*.

On verra à la première et à la deuxième colonnes du tableau que les câbles étudiés avaient approximativement le même diamètre mais que leur type était très variable. La composition des fils d'acier était la suivante : carbone 0,64 % ; manganèse, 0,55 % ; phosphore, 0,033 % ; soufre, 0,033 %, et celle des fils de bronze : cuivre, 95,60 % ; étain, 3,77 % ; zinc, 0,34 % ; phosphore, 0,28 %.