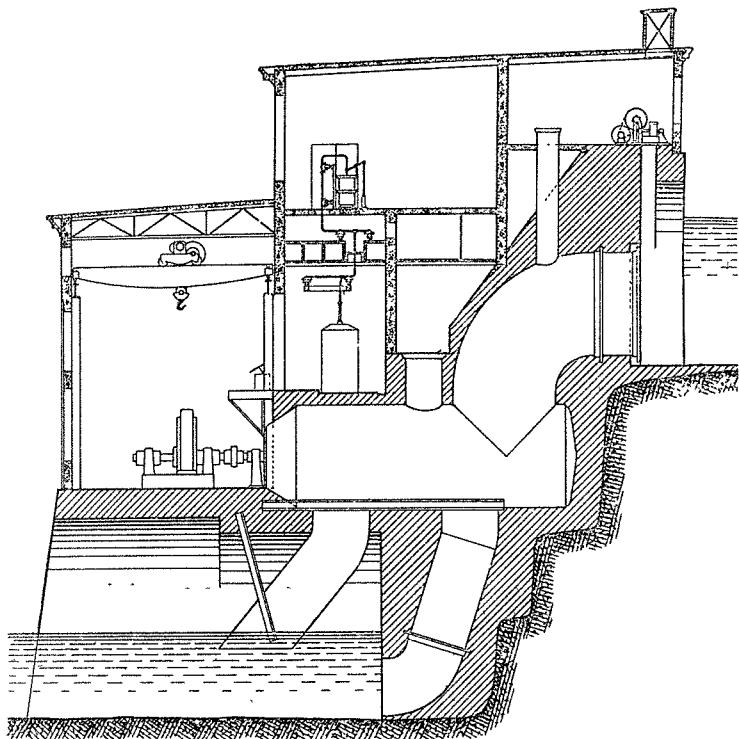


l'usine génératrice on a disposé un barrage mobile pour le flottage des bois. Le barrage crée une retenue normale de 17 m. Il est établi sur un banc de rocher résistant, et est construit en béton composé de 1 partie de ciment Atlas, 3 parties de sable et 5 parties de pierres cassées. Dans ce béton, on a intercalé quelques gros blocs de pierres provenant des fondations, on les a placés à au moins 30 cm. les uns des autres et des parois.

Une digue en béton de gravier, de 274 m. de longueur, et d'une hauteur maxima de 8^m54, est établie un peu avant



du barrage, sur la rive Minnesota, pour protéger une dépression de terrain dans laquelle se trouve la ville de Taylor's Fall.

L'usine génératrice forme en même temps barrage, ainsi que le montre la figure ci-jointe. Elle comprend actuellement 4 groupes turbines-alternateurs, et 2 groupes turbines-excitatrices, mais on a réservé l'emplacement de 4 autres groupes turbines-alternateurs. Les murs du bâtiment proprement dit de l'usine sont en béton armé.

Les grosses turbines des alternateurs sont constituées par deux roues, de 0^m915 de diamètre, tournant à 277 tours par minute dans une huche commune en tôle, de 3^m56 de diamètre. Elles marchent à aspiration, sous une chute moyenne de 16^m76 avec 2 tubes de décharge de 2^m28 de diamètre. La conduite d'amenée est munie d'un reniflard, débouchant à l'air libre au-dessus du niveau de l'eau d'amont, ainsi que de vannes en bois actionnées électriquement.

Les petites turbines des excitatrices sont du même type, mais à simple roue, de 0^m46 de diamètre, et tournent à 500 tours par minute.

Les alternateurs ont une puissance de 2 500 kilowatts, ils sont bobinés en étoile, et produisent du courant triphasé à 2 200 volts, 60 périodes. Ils peuvent être surchargés de 25 pour 100 sans échauffement trop sensible. Le courant d'excitation est produit à 125 volts par deux excitatrices de 100 kilowatts.

Les transformateurs sont du type monophasé à bain d'huile et circulation d'eau. Ils sont groupés par trois, et sont invariablement reliés à l'alternateur correspondant. Ils sont bobinés en triangle, et élèvent normalement la tension

de 2 200 à 50 000 volts, mais, grâce à des prises de courant établies sur la basse tension, on peut réduire ce degré de transformation, ce qui permet de les employer tout aussi bien à la sous-station de Minneapolis.

Le courant produit à l'usine génératrice de Taylor's Falls est transmis à une sous-station située sur les limites des villes de Minneapolis et de St-Paul. Elle est construite en acier, avec garnissage en briques. Les transformateurs abaissent la tension de 47 500 volts à 13 500 volts.

La ligne de transport d'énergie a une longueur de 65 kilomètres. Elle est constituée par 3 fils de cuivre s'appuyant sur des isolateurs en porcelaine montés en forme de triangle équilatéral de 1^m83 de côté. Les poteaux sont en cèdres de l'Idaho; ils sont 13^m72 de hauteur, et sont distants les uns des autres de 43 m. Au passage des cours d'eau, on s'est servi de poteaux métalliques à treillis qui ont permis de franchir des distances atteignant 183 mètres.

EXPOSITION DE MARSEILLE

APPAREILLAGE MALJOURNAL ET BOURRON

L'exposition de MM. Maljournal et Bourron, de Lyon, se compose de divers panneaux et tableaux pour appareillage à haute et basse tension.

Basse tension. — Au milieu du stand, se trouve un tableau destiné à une installation à basse tension, comportant un moteur à gaz pauvre, une dynamo pouvant débiter 300 ampères sous 200 volts, une batterie d'accumulateurs de 140 éléments, un survolteur de 100 volts 200 ampères, actionné par un moteur électrique spécial.

Le tableau central comprend : 1° Tous les appareils de mesures, interrupteurs, coupe-circuits, pour la batterie, la dynamo, et le survolteur.

2° Un réducteur simple, branché au centre de la batterie, ainsi qu'un réducteur double de 200 ampères, comprenant 21 plots, pour la charge et la décharge.

3° Un démarreur pour le moteur électrique du survolteur, ainsi qu'un démarreur spécial qui permet d'utiliser la dynamo et la batterie pour lancer le moteur à gaz.

4° Un disjoncteur à maxima et à minima pour la charge de la batterie.

5° Un panneau spécial comprenant 2 parafoudres tripolaires à peignes, et à cornes de soufflage d'arc, pour 2 lignes à 3 fils, avec ses résistances et bobines de self.

À la droite du tableau central se trouve un panneau supportant une série d'interrupteurs automatiques à maxima et à minima à courant continu, ainsi que des commutateurs et interrupteurs à couteau en cuivre rouge, à pare-étincelles et ruptures brusques, de 25 à 500 ampères.

Faisant suite à ce panneau, il s'en trouve un second, qui comprend une série d'interrupteurs automatiques spéciaux, pour moteurs triphasés, fonctionnant à maxima et à minima, pour des intensités de 25 à 1.000 ampères, avec des fréquences de 25 à 30 par seconde et une tension pouvant aller jusqu'à 440 volts.

Un troisième panneau contient un interrupteur et un commutateur horaires, ainsi que divers interrupteurs et commutateurs à relais, commandés à distance, pour monte-charges, élévation d'eau, etc.

En avant du tableau central, deux tables contiennent des échantillons de l'appareillage général de la maison : douilles, coupe-circuit, prises-de-courant, interrupteurs, commutateurs, lanternes et appliques pour éclairage de villes.

Haute tension. — Signalons tout d'abord un tableau pour station génératrice comprenant trois alternateurs de 500 kilowatts sous 500 volts.

L'agencement et l'équipement de ce tableau comprend tout le matériel employé en pareil cas: lampe de phases, fiches de couplage, appareils de synchronisation, ampèremètres, voltmètres, transformateurs de tension et d'intensité, interrupteurs à maxima à action différée.

Les interrupteurs à huile exposés sont intéressants en ce que leurs principales parties constitutives sont essentiellement démontables.

A l'arrière du tableau se trouvent installés 3 modèles différents des limiteurs de tension à veine liquide, munis chacun d'un ampèremètre spécial, permettant de régler le courant de perte en modifiant le jet d'eau.

A gauche du stand se trouve un groupe de deux tableaux de sous-station pour haute et basse tension, avec leur équipement complet.

Les limiteurs de tension de ce tableau présentent un curieux aspect, et sont représentés par la figure 1 ci-jointe. Ils consistent en une série de lamelles et de rondelles

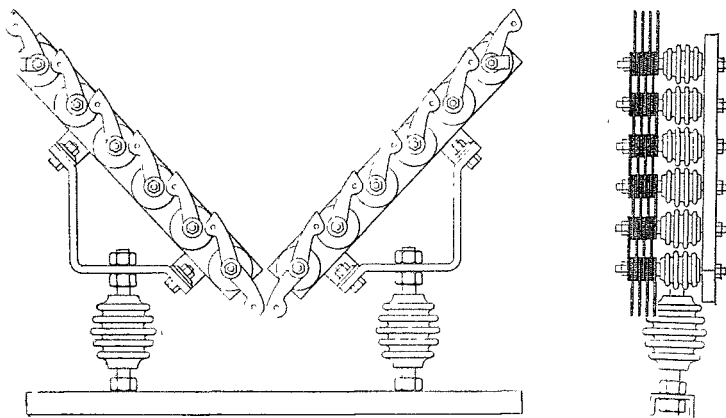


Fig. 1. — Limiteur de tension en cascade.

découpées, disposées en cascade, suivant la dénomination de ce genre d'appareils. Il remplit le même but que les appareils à rouleaux ordinaires, mais il permet de faire varier la grandeur des intervalles de déflagration, depuis

0,5 jusqu'à 10 mm. et plus, s'il était besoin, par le simple mouvement d'un écrou de serrage. Les rondelles et les lamelles sont très rapidement remplacées en cas de détérioration, et très peu coûteuses de renouvellement. Le limiteur en cascades fonctionne en parallèle avec un parafoudre à intervalles multiples, l'ensemble étant représenté par la figure 2. Bien entendu, dans le cas de très hautes tensions, on dispose plusieurs limiteurs en cascade ou parafoudres à corne en série à la suite les uns des autres.

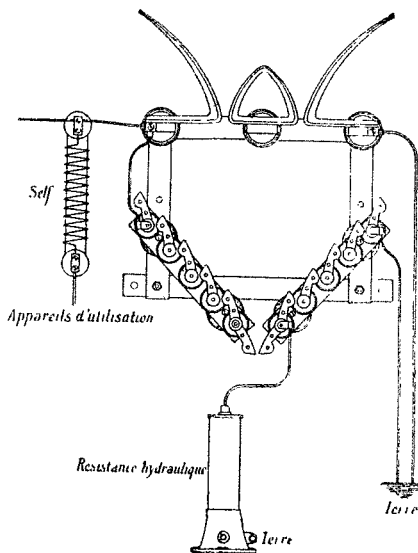


Fig. 2. — Ensemble du parafoudre.

Les éléments en cascades, sont groupés en deux séries. Les intervalles d'éclatement de la première série sont aussi petits que dans un limiteur ordinaire à rouleaux; quand à ceux de la seconde série, ils sont beaucoup plus grands. Le milieu du parafoudre est relié à la terre au moyen d'une résistance liquide.

Dans les postes de transformation, l'eau fait généralement défaut, aussi les exposants pré-entendaient-ils des résistances liquides d'un type spécial (figure 3).

Les résistances liquides sont contenues dans des tubes de cristal, et le réglage est obtenu en faisant varier la profondeur de la tige plongeante. A cet appareil est joint un réservoir siphonoïde, contenant de 15 à 20 litres d'eau, dont le but est de maintenir constante la hauteur de la colonne d'eau et compenser ainsi les pertes par évaporation pendant

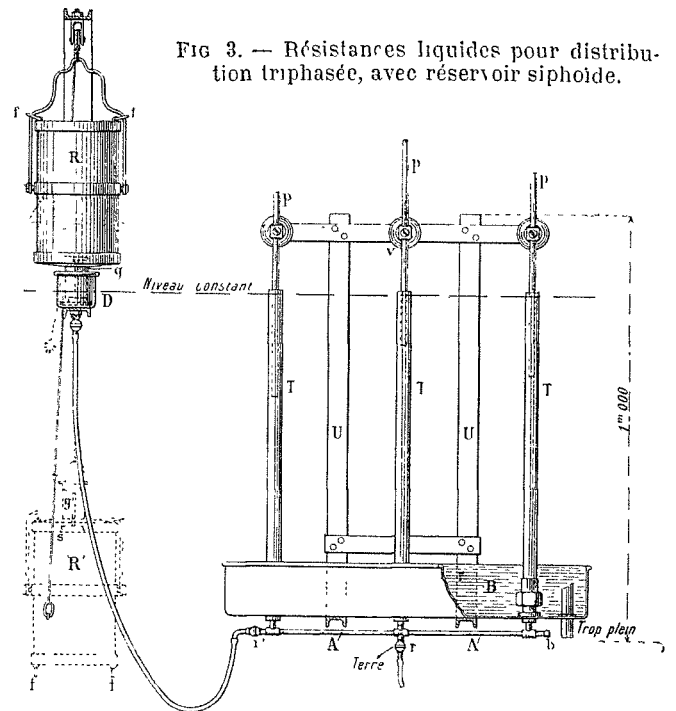


Fig. 3. — Résistances liquides pour distribution triphasée, avec réservoir siphonoïde.

un très long espace de temps. Une soupape spéciale permet de le descendre et de le remonter après l'avoir renversé pour le remplissage, sans laisser échapper le liquide qu'il contient.

L'exposition se complète par une série de coupe-circuits, d'interrupteurs sur poteaux sectionneurs, commutateurs-disjoncteurs pour mise à la terre, pour tension de 3 à 30.000 volts.

POTEAUX POUR LIGNES AÉRIENNES

Poteaux en bois. — La maison bien connue, HIMMELSBACH frères de Fribourg-en-Brisgau (Grand duché de Bade), a fourni un certain nombre de poteaux portant les lignes et les appareils d'éclairage électrique de l'Exposition. En outre, elle exposait aussi une série de poteaux de 9, 10, 12, 14, 15 et même 22 m. de hauteur. Tous ces poteaux sont en sapins provenant de la Forêt Noire, ils sont imprégnés au bichlorure de mercure, suivant le procédé KYAN.

La kyanisation consiste à plonger le bois à imprégner dans une solution de $HgCl_2$ à 6,6 pour mille, contenue dans des récipients en bois ou en ciment. Cette imprégnation se prolonge pendant 10 à 15 jours, suivant la température de la solution, l'espèce et l'état du bois. Ce procédé est basé sur la propriété qu'a le bichlorure de mercure, ou sublimé corrosif, d'arrêter le développement, ou même de détruire la plupart des microorganismes et des champignons parasites. C'est d'ailleurs un antiseptique puissant, très employé dans la prophylaxie des maladies contagieuses.

Si l'on traite la section d'un poteau kyanisé par le sulfure d'ammonium, on n'observe qu'un cercle de coloration noire relativement étroit, qui reste localisé à la partie périphérique du poteau, tandis que l'intérieur ne change pas de couleur. Ce phénomène a été le prétexte de critiques contre la kyanisation, à laquelle on a reproché une imprégnation insuffisante. Cependant, la pratique semble réfuter ces critiques. En effet, la durée moyenne des poteaux employés par l'Administration des postes allemandes est de 17 à 18 ans; d'autre part, on pouvait voir à l'Exposition de Marseille

des poteaux télégraphiques ayant servi pendant 24 ans (1884-1908) sur la voie de halage du canal de la Marne au Rhin, d'autres ayant 25 ans (1881-1905) sur la ligne Weiden-Eger, et même 34 ans (1873-1906) sur la ligne de Schwetzingen à Spire-sur-le-Rhin.

A fin de soustraire efficacement le pied du poteau aux variations de sécheresse et d'humidité qui accélèrent la pourriture du bois, MM. HIMMELSBACH préconisent de protéger le pied du poteau, à l'encastrement, par un dispositif qu'ils ont fait brevété et qui consiste en revêtement de carton feutré asphalté disposé comme l'indique la figure ci-jointe.

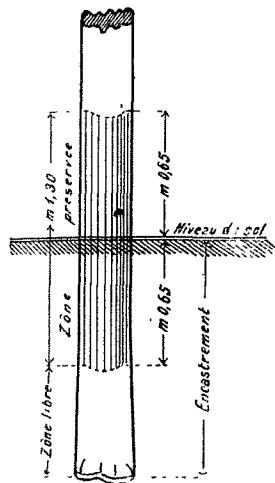


Fig. 1
Dispositif de protection à l'encastrement.

Les frères HIMMELSBACH exposaient, en outre, des traversés injectées et imprégnées sous pression à l'huile degoudron. Parmi celles-ci, nous signalerons des traverses en hêtre injecté qui ont été utilisées pendant 34 ans sur la ligne à grand trafic Paris-Strasbourg.

Poteaux en ciment armé. — La Société d'Installation de Lumière, Chauffage et Force motrice exposait des poteaux en ciment armé de 8^m50 à 15 m. de hauteur, du système BOURGEAT, avec âme en bois, dont nous avons déjà plusieurs fois entretenu nos lecteurs (*). Nous

rappellerons seulement ici que l'armature de ces poteaux en barres et fils d'acier est supportée par un poteau ordinaire en bois, autour duquel est coulé le ciment dans un

pas tenu compte dans les calculs pour le service définitif.

Plusieurs lignes d'éclairage et de force étaient montées sur ces poteaux dans l'intérieur de l'Exposition.

La Société Rossignol et Delamarque, de Grenoble, expose des réductions au 1/10 des poteaux tubulaires en ciment armé, de 9 m. de hauteur, des lignes de trolley du chemin de fer de Saint-Georges-de-Commiers à La Mure, et des tramways de l'Isère, des poteaux de 12 m. à 3 et 6 fils pour les lignes à haute tension de la Société de Fure et Morge, et des poteaux de 18 m. pour 6 et 12 fils de la Compagnie des Chemins de fer du Midi.

Ces poteaux, du système, Godiniaux Delamarque et Lépine, sont creux, et sont représentés en section transversale par la figure 3 ci-jointe. Pour un poteau de 14 m. de hauteur, calculé pour un effort normal de service de

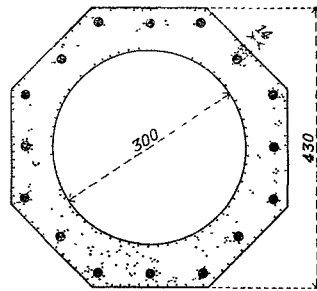


Fig. 3
Section d'un poteau G. D. L.

400 kgs au sommet, le creux intérieur à 30 cm. de diamètre à la base et 9 cm. au sommet. Les diamètres extérieurs correspondants sont de 43 et de 17 cm. Les barres de renforcement ont 14 mm. de diamètre.

Pour construire ces poteaux, on commence par fabriquer à l'avance l'armature métallique. Celle-ci est constituée par des barres droites et rondes en acier, disposées sur des cercles exactement calibrés. Une spire en fil d'acier, ligaturée avec les barres longitudinales et les cercles transversaux, achève de donner à l'ensemble du treillis la rigidité nécessaire. Avant le moulage, cette armature est placée dans un moule métallique spécial.

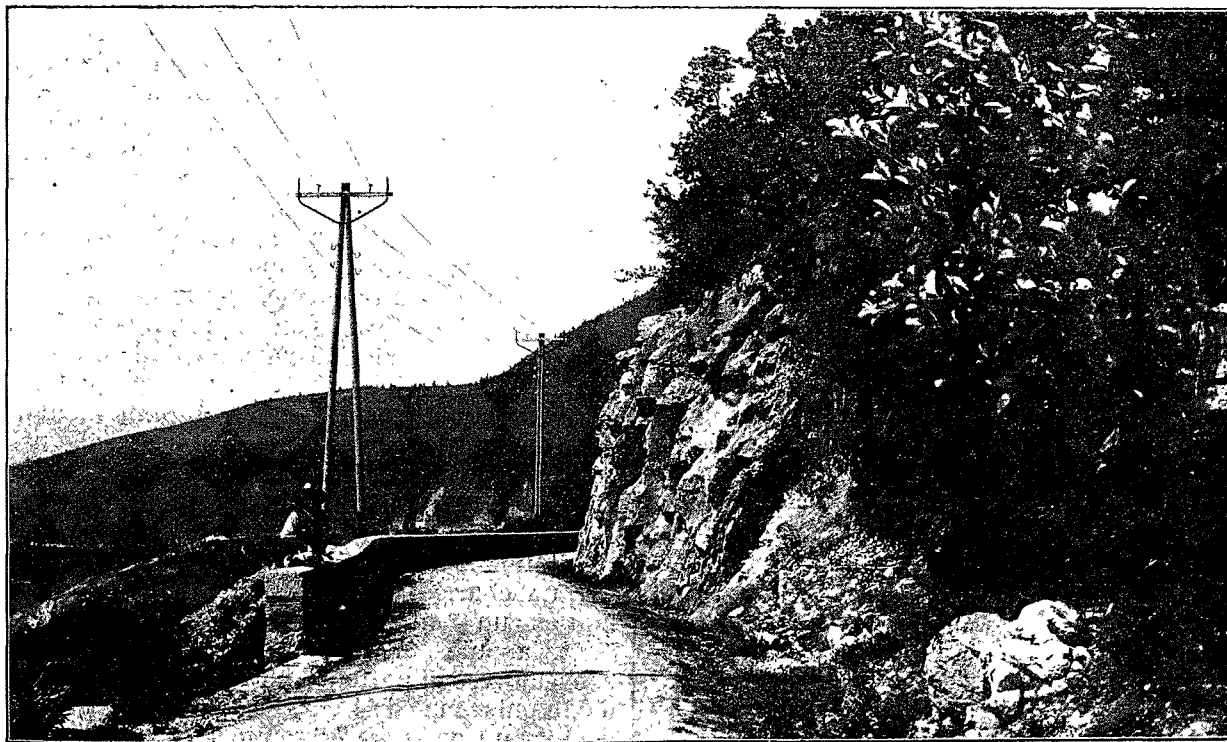


Fig. 2. — Ligne à haute tension du midi de la France, sur poteaux Himmelsbach.

moule démontable portable. L'âme en bois sert de mandrin et de support à l'armature pendant la fabrication; elle peut soulager le poteau des efforts anormaux qui peuvent se développer pendant le transport et la plantation, alors que le ciment n'a pas encore acquis toute sa résistance, mais elle n'apporte qu'un supplément de sécurité dont il n'est

Ce moule se compose d'une pièce de base, de deux enveloppes extérieures, d'un mandrin extensible tronconique, et de dispositifs spéciaux de suspension et de centrage destinés à assurer au poteau une épaisseur de ciment parfaitement régulière, et à permettre un démoulage facile de la pièce fabriquée. Les enveloppes ont une longueur plus grande que celle du mandrin, de telle sorte que l'on peut, avec le même moule, obtenir des poteaux de lon-

(*) Voir *La Houille Blanche* de juillet 1903 et septembre 1904.

gueur, de diamètre et d'épaisseur variables, selon les positions respectives du mandrin et des enveloppes.

Pour le moulage, on dispose le moule sur une aire plane, et, parallèlement à lui, une voie portant sur un truc de wagonnet la gamate dans laquelle on prépare le mortier composé de 800 kgs de ciment mi-prompt, par mètre cube

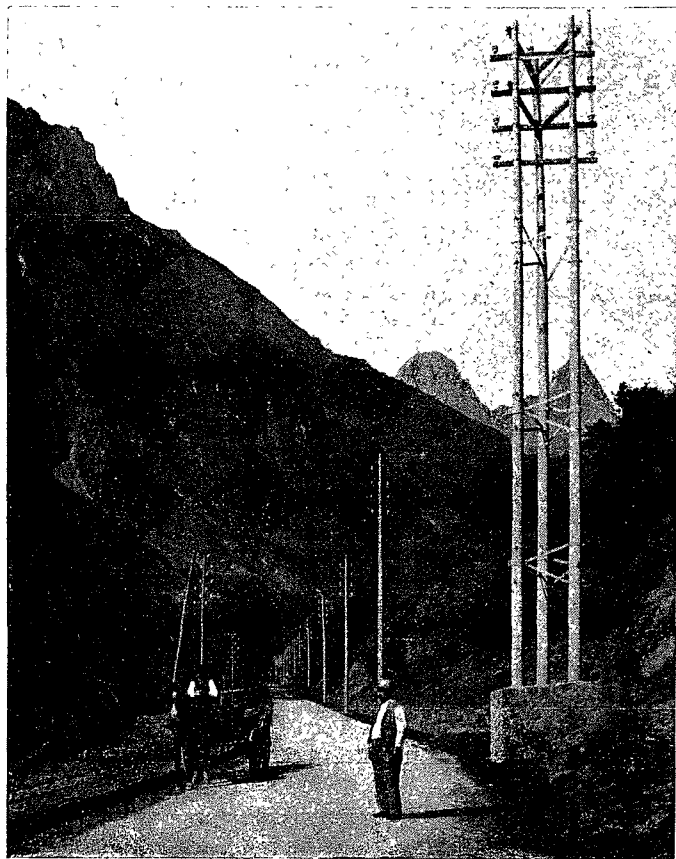


FIG. 4. — Vue de la ligne Livet-Grenoble, montée sur poteaux Bourgeat.

de sable grenu. On peut ainsi faire deux ou trois coulées successives qui font parfaitement corps entre elles.

On emploie exclusivement pour cette fabrication un mortier composé de 800 kgs de ciment naturel mi-prompt du rocher de Comboire.

Pylônes métalliques. — La Société *Energie du Sud-Ouest* exposait une réduction au $\frac{1}{5}$ d'un pylône de 15 m., en cornières d'acier, prévu pour supporter, avec des portées moyennes de 80 m., une ligne triphasée primaire à 55 000 volts, une ligne triphasée secondaire à 13 000 volts, et une ligne de téléphone, pour le transport dans la région Bordelaise de l'énergie hydraulique produite dans l'usine de la Tuilière, sur la Dordogne, près de Bergerac. Ce type de poteau est identique à celui qui est employé par l'Energie Electrique du Littoral méditerranéen.

La maison BOUCHAYER ET VIALLET, de Grenoble, exposait une maquette donnant en relief la gorge de Genissiat, telle qu'elle sera lorsqu'on aura aménagé le Rhône en cet endroit. On y voit notamment le grand barrage et l'usine hydro-électrique dont la description ont été donnée dans *La Houille Blanche* de mars 1907. Des pylônes, en profilés d'acier, sont représentés supportant une double ligne qui part de l'usine pour se diriger sur Paris.

La Maison JOYA père et fils, de Grenoble, exposait des poteaux métalliques de leur fabrication, pour hauts voltages, ainsi que des supports de ville pour lampes à arc.

M. P.

Nous rappelons que tout ce qui concerne la Rédaction doit être adressé au rédacteur en chef, M. COTE, 24, rue Sully, à LYON, et que tout ce qui concerne l'Administration doit être adressé aux éditeurs, MM. GRATIER et REY, 23, Grande Rue, à GRENOBLE.

USINES HYDRO-ÉLECTRIQUES DU MICHIGAN

Transport d'énergie à 110 000 volts

La *Grand-Rapids & Muskegon Power Co* a installé, dans la région de Grand-Rapids et de Muskegon (Michigan), un réseau de distribution électrique à très haute tension qui est alimenté par deux grosses usines hydro-électriques à basses chutes, installées sur la Muskegon River, et par deux autres usines de moindre importance, sur la Flat River près de Lowell. Son réseau est en outre relié à deux usines à vapeur de 2000 et 1500 HP appartenant à des sociétés filiales. Elle possède en outre des droits d'eau qui lui permettront de produire, un jour, un total de 60 000 HP.

Cette Société est de plus intéressée dans la *Commonwealth Power Co*, de Jackson (Michigan), qui possède une grosse usine sur la Grand River, et six autres de moindre importance sur la Kalamazoo River.

Usine de Croton. — La plus importante de ces usines est située à Croton, sur la Muskegon River, qui a un débit relativement régulier. Elle utilise une chute de 12^m20 créée par un barrage, et peut développer normalement 10000 HP. Le barrage a une longueur de 183 m., dont 78 m. sont constitués par un barrage creux en béton armé formant déversoir, et 61 m. par une digue en terre. Entre ces deux éléments distincts se trouve l'usine génératrice qui occupe 49 m. de longueur. Du côté du déversoir, les coteaux qui limitent la vallée émergent légèrement au-dessus de la retenue, mais, du côté opposé, ils sont bien plus élevés, aussi en a-t-on profité pour construire la digue en terre par le système de remblayage à l'eau (*).

La partie du barrage qui forme déversoir est constituée par un barrage creux en ciment armé, muni de hausses mobiles du type des vannes TAINTER, qui sont constituées par un segment de cylindre à axe horizontal, de 4^m27 de rayon. En faisant tourner ce segment, on livre passage à l'eau à la partie inférieure. Cette eau tombe dans un bassin amortisseur qui est créé par un second déversoir, situé à 16 m. à l'aval du premier, et qui est arrasé à 2^m29 au-dessus du fond de ce bassin (Voir figure 1). Il y a 8 de ces vannes, de 6^m10 d'ouverture chacune, réparties par 4 de chaque côté d'un déversoir central de 12^m20 de largeur destiné à livrer passage aux bois de flottage et aux matières charriées à la surface, notamment aux glaces.

La pente de ce déversoir central, du côté aval, est de $\frac{2}{3}$. L'ensemble est continué par une dalle générale en ciment armé s'étendant jusqu'à 61 m. à l'aval du bassin amortisseur, de manière à éviter les affouillements, le sous-sol étant constitué par de l'argile dure sur laquelle repose de l'argile ordinaire et des alluvions, sables et graviers.

Les vannes TAINTER sont levées au moyen de chaînes, attachées à leur partie inférieure, qui s'enroulent sur un treuil mobile actionné électriquement. Ce treuil est porté par un charriot qui se déplace le long du barrage en roulant sur un pont de service, jeté au-dessus des vannes. Ce pont s'appuie sur les bajoyers qui séparent deux vannes consécutives et portent leurs axes de rotation. Le moteur, d'une puissance de 4 HP, permet d'exercer sur chacune des chaînes un effort de 7,2 tonnes.

L'extrémité inférieure de chaque vanne est munie d'un madrier de chêne, qui vient appuyer sur un seuil en bois, disposé dans une rainure ménagée à la partie supérieure du déversoir. Pour assurer l'étanchéité contre les parois des bajoyers, on a disposé des bandes de caoutchouc, de 10 cm. d'épaisseur, qui entourent les extrémités des vannes et viennent s'appuyer contre les parois des bajoyers.

Le déversoir central est muni d'une hausse mobile d'un

(*) Les renseignements auxquels nous avons puisé pour cet article sont tirés de l'*Engineering Record* des 19 et 26 octobre 1907.