

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

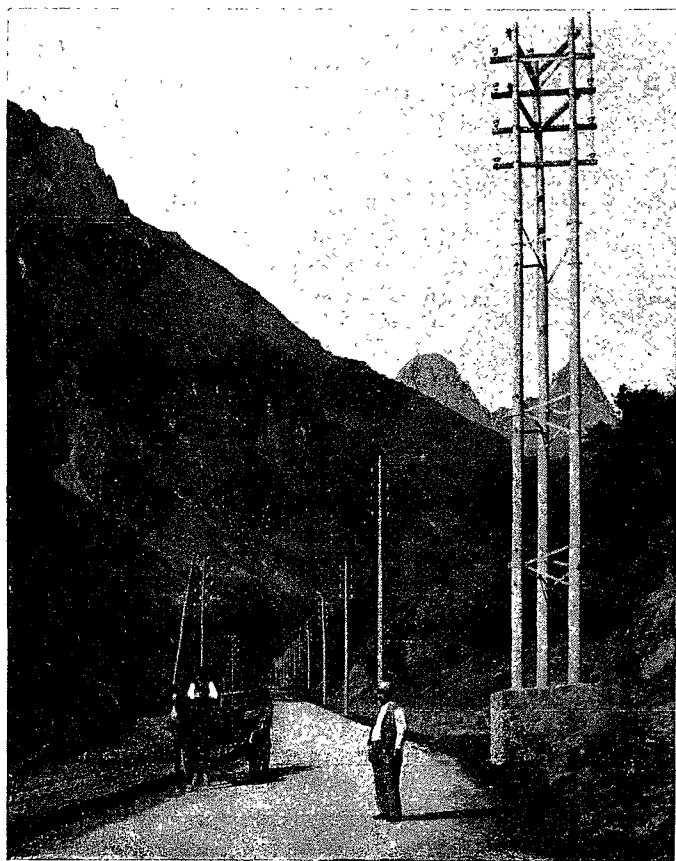


FIG. 4. — Vue de la ligne Livet-Grenoble, montée sur poteaux Bourgeat.

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.

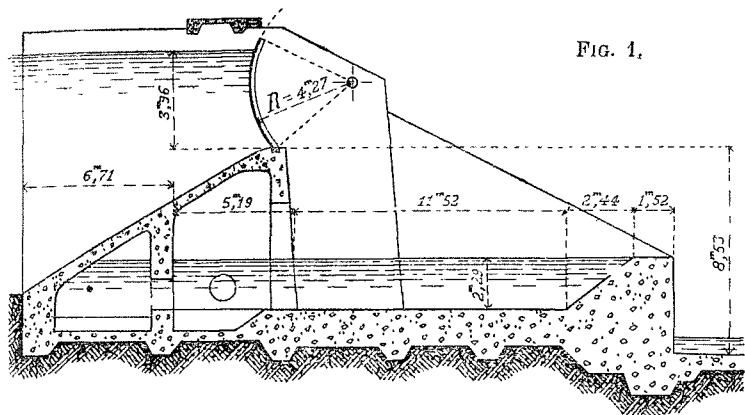
Le déversoir central est muni d'une hausse mobile d'un

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

autre type (*bear trap*). Celle-ci est constituée par un battant de 1^m83 de large et de 12^m20 de long, qui tourne autour d'un axe horizontal disposé à son extrémité inférieure amont (analogue à la partie O P de la figure 3). Ce battant est relié à l'axe tous les 1^m83 par des coussinets, et l'axe est lui-même maintenu en place par des coussinets fixés sur la crête du déversoir central, avec vis de réglage pour assurer l'alignement. Le battant est levé au moyen de chaînes qui s'enroulent sur un treuil.

La digue en terre a une épaisseur de 6 m. au sommet, et ses parements sont inclinés suivant un talus variant de 2,5 à 6 de base, pour 1 de hauteur à l'amont, et de 2 à 4 de base par 1 de hauteur à l'aval. Elle est renforcée par un mur central en béton armé, de 0^m305 d'épaisseur, dont l'axe coïncide avec la ligne d'intersection de la digue et du plan d'eau normal, et qui dépasse de 0^m60 ce plan d'eau.

Le remblayage hydraulique de cette digue s'est fait de la façon suivante : De l'eau sous pression, obtenue au moyen de pompes, était lancée contre la partie supérieure de la



colline avoisinante, de manière à faire ébouler certaines parties. Ces parties ébouloées étaient ensuite entraînées par un courant d'eau au moyen d'une canalisation à l'air libre, inclinée de 7 à 9 pour 100, aboutissant sur l'axe de la digue. Les matériaux terreux en se déposant formèrent la digue. La dépense s'est élevée à 44,5 centimes par mètre cube de digue, celle-ci cubant 80000 m³. La distance maxima de transport était de 244 mètres.

L'usine génératrice est établie en forme de L, dont la petite branche est parallèle au cours de la rivière et contient le matériel électrique, tandis que la grande branche, qui est dans l'axe du barrage, est réservée aux turbines. Celles-ci, du type Samson, sont au nombre de 8. Elles sont doubles, centripètes parallèles, et à aspiration. Elles sont groupées par 4, les unes à la suite des autres, de manière à former deux unités. Leurs roues mobiles, qui ont 1^m37 de diamètre, sont calées sur un même arbre horizontal, de 33^m54 de longueur et de 305 mm. de diamètre, qui tourne à 225 tours. Cet axe actionne l'induit d'un alternateur Westinghouse, de 3600 kw., qui produit du courant triphasé sous 6600 volts, 30 périodes. L'excitation est assurée au moyen d'une dynamo de 45 kw. sous 125 volts, monté sur l'arbre commun. La régulation de la vitesse du groupe ainsi constitué est assurée par deux régulateurs, qui commandent chacun deux turbines, mais qui sont disposés pour marcher solidairement.

Le bâtiment des turbines est divisé en 4 compartiments parallèles au cours de la rivière, dans chacun desquels est logé l'une des turbines doubles de chaque unité. Les turbines n'ont pas de huche, le compartiment supérieur, sur lequel elles sont fixées, formant chambre d'eau. Des vannes d'arrêt, placées à l'entrée des chambres d'eau, et à la sortie des galeries de fuite, ainsi que des joints ménagés au passage des arbres d'un compartiment à l'autre, permettent d'isoler chacun des compartiments en cas de réparations.

Les alternateurs ont été prévus pour n'avoir pas une

chute de tension de plus de 8 pour 100 lorsque l'on passe d'une charge nulle la pleine charge normale. Les rendements garantis sont de 0,94 à 1/2 charge, 0,95 à 3/4 de charge, 0,96 à pleine charge et 95,5 à 50 pour 100 de surcharge. La tension est élevée de 6600 à 72000 et 100000 volts, au moyen de transformateurs statiques de 3000 kw., à bain d'huile et refroidissement par circulation d'eau.

De l'usine de Croton partent deux lignes à 72000 volts, et une ligne à 110000 volts. L'une des premières sert de lien entre cette usine et celle de Big-Rapids dont il sera parlé plus loin ; l'autre va à la sous-station de Casnovia, distante de 35 km. De cette sous-station, partent deux autres lignes allant, l'une à Muskegon City, à 40 km. de là, et l'autre à

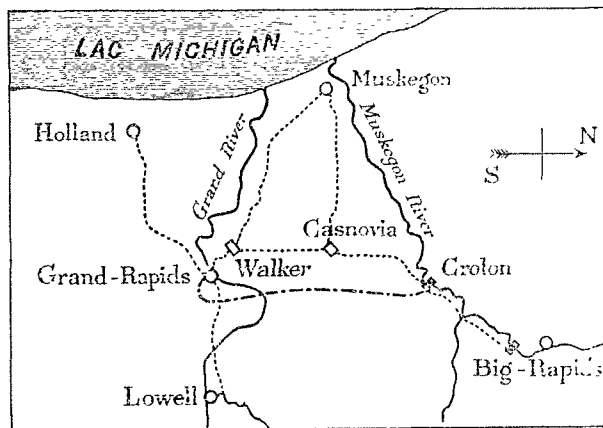


FIG. 2.

Grand-Rapids, à 34 km. Un pont d'équilibre, de 35 km., relie Muskegon à Walker, près de Grand-Rapids. De cette dernière ville part une ligne qui va jusqu'à Holland, à 34 km.

Les lignes à 72000 volts sont constituées par 3 fils de cuivre qui sont attachés, suivant les sommets d'un triangle de 1^m83 de côté, sur des isolateurs Locke de 457 mm. de hauteur et de 360 mm. de diamètre. Ces isolateurs sont montés aux extrémités de deux bras en bois fixes aux poteaux. Le bras supérieur porte un fil de fer qui est mis à la terre tous les 5 poteaux. Ceux-ci, qui sont en cèdres du Michigan ou de l'Idaho, ou en cyprès des Etats du Sud, ont de 13^m75 à 18^m30 et sont espacés de 40 m. environ.

La ligne à 110000 volts relie directement l'usine de Croton à la sous-station de Grand-Rapids, et suit un parcours de 56 km., absolument distinct de celui des lignes à 72000 volts (trait mixte de la carte fig. 2).

Les isolateurs sont d'un type spécial, de la General Electric Co, et sont analogues à ceux qui sont représentés page 78. Ils sont formés de 5 cloches, de 254 mm. de diamètre, suspendues les unes aux autres, à des distances de 204 mm., par des anneaux formés de 4 ou 5 tours de fils d'acier de 3 mm. de diamètre (1). Cette ligne est montée sur

(1) Ce type d'isolateur est une modification du type de la figure α ci-contre, qui a été d'abord préconisé par la General Electric Co. Ce

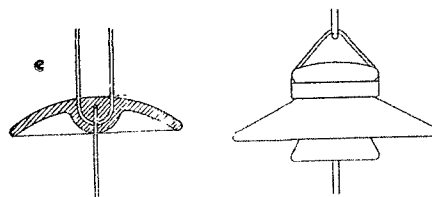


FIG. α

FIG. β

modèle présente l'avantage d'employer de simples cloches d'une fabrication économique, mais, par contre, il offre cet inconvénient que les deux trous semi-circulaires, dont il faut percer chaque cloche pour le passage des anneaux de suspension, sont nécessairement à une assez

faible distance l'un de l'autre, ce qui diminue la sécurité de l'isolement. La figure β représente un autre type à suspension, construit par la Locke Insulator Manufacturing Co. Il est constitué par des doubles cloches suspendues les unes aux autres par une tige verticale fixée à la cloche interne et par une bride horizontale serrée autour de la partie supérieure de la cloche externe.

des tours métalliques triangulaires, munis de trois bras auxquels sont suspendus les isolateurs comme le montre la figure 6 de la page 69. La hauteur normale de ces tours est de 16^m16 (53 pieds). La hauteur du bras inférieur au-dessus du sol de 13^m31 (43' 8") ; celle du point le plus bas des fils est de 12^m20 (40'). La distance entre fils est de 2^m436. Les tours sont distantes les unes des autres de 161 mètres.

Cette ligne a été mise en service le 18 juillet 1908 et fonctionne, paraît-il, très bien. Le courant de charge ne conduit qu'à une perte à vide de 20 à 25 kilowatts (*).

Usine de Big-Rapids. — Cette usine est située à 29 km. au dessus de la première, à Roger's-dam, près de Big-Rapids. La chute, qui est créée par un barrage, à une hauteur utile de 12^m20. Le débit varie de 20 m³ environ en septembre, à un peu plus de 150 m³ au printemps.

Le barrage a une longueur de 244 m. et est constitué principalement par une digue en terre, sauf à l'une de ses extrémités où se trouve une partie en béton armé, de 46 m. de longueur, et à l'emplacement de l'ancien lit de la rivière où l'on a installé l'usine génératrice. L'inclinaison des talus de la digue est de 1/2 à l'aval, et de 1/3 à l'amont. La partie en béton armé est tout à fait analogue à celle de Croton. Elle comporte 6 vannes TAINTER, de 6^m10 d'ouverture, réparties par 3 de chaque côté d'un déversoir central, qui n'a ici que 1^m83 de largeur. Comme à Croton, l'eau qui s'écoule des vannes TAINTER, tombe dans un bassin amortisseur.

L'usine génératrice contient deux groupes électrogènes, composés chacun d'un alternateur Westinghouse triphasé de 2250 kw, à 6600 volts, 30 périodes, directement accouplé à un groupe de 2 turbines doubles, du type Samson, de 1^m37 de diamètre, tournant à 225 tours par minute. Une dynamo de 39 kw, montée sur l'arbre commun, assure l'excitation. La régularisation de la vitesse de chaque groupe est assurée par un régulateur Lombard, et celle du voltage, par un régulateur Tirrill(1). La tension est élevée à 72000 volts par 3 transformateurs à bain d'huile, avec refroidissement par circulation d'eau, et le courant est envoyé sous ce voltage, d'une part à l'usine de Croton, et d'autre part à la ville de Big-Rapids, qui se trouve à 8 km. en amont.

Lorsque l'usine a été terminée, les groupes électrogènes ont été essayés sous la direction du professeur Gardner Williams, de l'Université du Michigan. La partie électrique des essais a été faite par les « Electrical Testing Laboratories » de New-York. Les débits ont été mesurés au moyen d'un déversoir d'après la méthode Francis (2).

Usine de Lyons. — Cette usine utilise une chute de 7^m93, de la Grand River, à 30 km en amont de Lovel, et alimente le réseau de la *Commonwealth Power Co.*, en parallèle avec 6 autres usines installées sur la Kalamazoo River. Le débit minimum à Lyons est de 5, 6 m³ environ.

Le barrage est entièrement en béton armé, sauf une petite portion à l'une des extrémités. Il est du même type que celui du Croton, et est constitué par 10 vannes TAINTER, de 6^m10 de largeur chacune, établies sur un déversoir, en béton armé, muni d'un bassin amortisseur, et réparties par 5 de chaque côté d'un déversoir central de 18^m30 de largeur, destiné à évacuer les corps flottants.

Ce déversoir central est surmonté d'une hausse mobile constituée par un battant OP, qui a 2^m44 de longueur et, qui peut se lever de manière à relever de plan d'eau de

1^m52 au-dessus de l'arrête du déversoir. Ce battant est relevé, comme celui de Croton, au moyen de chaînes attachées aux deux extrémités d'une poutre P, de 1^m067 de hauteur, maintenue constamment verticale au moyen d'un système de guidage à articulation représenté sur la figure 3. Un contre poids C de 9 tonnes, agissant à chaque extrémité sur le treuil de manœuvre du battant, diminue l'effort nécessaire à sa manœuvre.

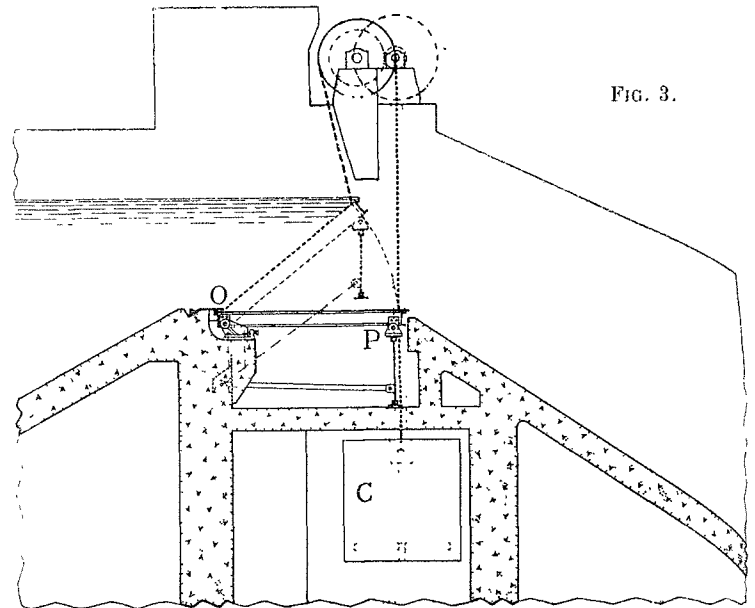


FIG. 3.

L'usine génératrice est disposée absolument comme à Croton. Elle ne contient qu'un groupe électrogène de 2590 kw., composé d'un alternateur triphasé de la General Electric Co., à 6600 volts, 30 périodes, qui est actionné par un groupe de 4 turbines doubles de 1^m27 de diamètre, montées sur un même arbre de 42^m39 de longueur.

La tension est élevée à 72000 volts, et le courant est envoyé sous ce voltage à Jackson et dans les environs.

H. B.

LA GALE DU CIMENT

Les dermatologistes ont signalé un certain nombre d'affections cutanées d'origine professionnelle qui ont des caractères bien particuliers.

Tel est le cas de la dermatose qu'on a étudiée chez les ouvriers en ciment ; rare autrefois, elle est devenue plus fréquente depuis une dizaine d'années que les travaux en ciment ont pris une notable extension. Les constructions de tout genre en ciment armé qui se font maintenant partout ont multiplié les occasions de cette maladie professionnelle, que les ouvriers ont dénommée la gale du ciment.

C'est une éruption qui se produit le plus communément aux mains, aux avant-bras, sur la poitrine, quand les ouvriers travaillent le torse nu, et parfois au visage. Elle affecte la forme de petites papules de la grosseur d'une tête d'épingle qui s'agrandissent du fait des grattages provoqués par le prurit intense qu'elles occasionnent. Elle ressemble de tous points à la gale vraie, sauf le sillon caractéristique du siège du sarcopte parasite ; comme elle, elle s'observe dans les espaces interdigitaux, dans les plis cutanés. Si les papules sont nombreuses, il peut se produire une véritable poussée d'eczéma ; l'exagération des sécrétions cutanées, de la sueur pendant les temps chauds, provoque facilement et l'apparition de la maladie et les complications.

Cette dermatose est causée par le maniement du ciment, dont la composition permet de se rendre compte de la venue facile de ces irritations. Le ciment est un composé de chaux, de silice, de fer et d'alumine et, suivant les provenances,

(*) Ces derniers renseignements sont tirés de l'*Electrical World* du 4 février 1909.

(1) Voir *La Houille Blanche* de juin 1907.

(2) La formule Francis, universellement employée aux Etats-Unis, est la suivante :

$$Q = 0.4152 \sqrt{2g} [L - 0.10 n H] H^{\frac{3}{2}}$$

n est le nombre de contractions latérales, L la largeur et H la hauteur de l'eau sur le déversoir.