

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET DES PUBLICATIONS TECHNIQUES

ACADÉMIE DES SCIENCES

ÉLECTRICITÉ

Sur les inconvénients que pourrait causer aux appareils des Postes et Télégraphes le voisinage de certains paratonnerres spéciaux dits « Niagaras ». — Rapport de M. J. VIOLLE, au nom de la Commission des paratonnerres, séance du 17 février 1913.

M. le Sous-Secrétaire d'Etat aux Postes et Télégraphes a saisi l'Académie de l'appréhension que lui cause le projet de l'installation à Nantes d'un dispositif électrique dit *niagara* sur l'église Saint-Nicolas, située à 150 m. environ du bureau central téléphonique, lequel est surmonté d'une tourelle d'aboutissement des fils aériens.

S'il ne s'agissait que de cette appréhension spéciale, notre réponse ne nécessiterait pas un long exposé.

Mais M. le Sous-Secrétaire d'Etat nous communique en outre l'avis très étudié d'un ingénieur de son administration, qui soulève divers problèmes, et il termine sa lettre en insistant sur l'importance de la « question qui intéresse à un haut degré le fonctionnement des services électriques de (son) administration, au double point de vue des lignes proprement dites et des bureaux centraux ».

Nous avons donc pensé qu'il y aurait intérêt à considérer la question d'une façon plus générale, ainsi que l'avait fait M. l'Ingénieur de l'Administration, très au courant des idées actuelles sur l'électricité et ayant approfondi la météorologie électrique.

1. D'abord, qu'est-ce qu'un *niagara* électrique ?

C'est une longue et large lame de cuivre électrolytique, non éroui, partant d'un faisceau de pointes en cuivre placé à grande hauteur et aboutissant à une nappe d'eau dans laquelle cette lame se termine de même par un faisceau de pointes en cuivre.

La longue lame de cuivre électrolytique et son aboutissement dans une nappe d'eau constituent, d'après l'auteur, M. de Beauchamp, les caractéristiques du système (toute action grêlifuge laissée de côté).

La manière de terminer en haut les paratonnerres par un rateau en cuivre, par des lames de cuivre en forme d'aloès disposées tout le long de la tige supérieure, ou par un balai de brins de cuivre effilés, est secondaire.

L'écartement des postes dans un barrage électrique sera à régler suivant les circonstances : on l'a pris de 10 Kms dans le barrage électrique de la Vienne, d'après la largeur de la zone qui a paru protégée à Saint-Julien-l'Ars, où la première installation fut faite en 1899.

La hauteur des postes a été fixée à 50 m. ou 40 m., au minimum, au-dessus du niveau général du sol.

Sous leur action continue, « l'électricité atmosphérique, dit M. de Beauchamp, à l'air de s'engouffrer dans le sol, les orages qui se présentent menaçants paraissent absorbés ; d'où le nom de *niagara* ou *gouffre électrique* donné à ces appareils, simplement pour faire image ».

Dans un langage moins imagé, nous dirons que ces appareils sont de très hauts paratonnerres, à grand débit, généralement bien installés, réserves faites de certaines critiques qui, d'ailleurs, s'appliquent à presque tous les paratonnerres, dont les bienfaits sont hors de cause ici.

2. Depuis les instructions sur les paratonnerres, successivement adoptées par l'Académie des Sciences suivant les rapports de Le Roy, de Gay-Lussac et de Pouillet, des idées nouvelles se sont introduites quant à la manière d'établir les paratonnerres.

D'un côté, Melsens a essayé d'appliquer le principe de la cage de Faraday à la protection des édifices contre les décharges atmosphériques.

D'un autre côté, les études touchant les effets produits par les

oscillations électriques rapides ont conduit les physiciens à regarder les coups de foudre comme étant le plus souvent des décharges oscillantes à très courte période. D'où la nécessité de mettre à profit contre ces décharges les résultats acquis dans les études précitées ainsi que dans les installations si merveilleusement agencées de télégraphie sans fil, où les prises de terre, en particulier, sont effectuées avec un soin remarquable.

3. Il n'est peut-être pas sans intérêt de rappeler ici que l'Administration des Postes et Télégraphes a été des premières en France, et l'on doit l'en féliciter vivement, à s'engager dans la voie ouverte par Melsens et aujourd'hui généralement suivie.

Voici, en effet, plus de vingt ans que le bureau central de Marseille, pour ne parler que de celui-là, est pourvu d'un système mixte établi d'après les plans de l'inspecteur général Belz, et comprenant, outre les anciens paratonnerres classiques, un ensemble de tiges avec saillies et pointes multiples, un système complet de rubans en cuivre étamé de haute conductibilité, de câbles en même métal, de perd-fluide et d'appareils contrôleurs. Notons encore que la terre y fut prise d'une façon en quelque sorte double. Du réseau entier partaient quatre rubans de descente reliés entre eux, à leur partie inférieure, par un câble de cuivre reposant dans une tranchée profonde où l'on versa des tonnes de coke et de sel. Puis, comme on avait reconnu, à 4 m. environ au-dessous, une couche glaiseuse, on perfora cette couche et l'on y prolongea les rubans de descente par des barres allant chercher jusqu'à 8 m. une couche aquifère, à l'intérieur de laquelle on les termina par des plaques de cuivre étamé.

Quelques jours à peine après l'inauguration, ce système résista victorieusement au terrible orage du 1^{er} octobre 1891, qui, pendant trois heures consécutives, fit jaillir d'énormes lames de feu de toutes les pointes et des fils, au nombre d'un millier, aboutissant à la tourelle téléphonique.

Cet exemple est particulièrement intéressant. Il prouva une fois de plus qu'un système de paratonnerres bien conçu et exactement réalisé peut triompher d'actions extrêmement énergiques.

4. On citerait facilement des installations industrielles de paratonnerres établies, depuis lors, suivant les mêmes principes : bouquets de pointes réunis par des bandes de cuivre électrolytique étamé, larges de 30 cm. et épaisses de 2 mm., épousant au mieux la forme des bâtiments en évitant les angles brusques, et gagnant directement une terre appropriée, ainsi que cela a été pratiqué en 1899 à l'usine hydro-électrique de Cusset par la Société de Jonage.

5. Mais, dans la plupart des cas, encore aujourd'hui, les prises de terre, dont M. l'Ingénieur de l'Administration souligne très judicieusement l'importance, laissent fort à désirer. On se contente, par exemple, d'amener la lige de descente dans un puits sans se préoccuper de la manière d'être de ce puits, qui peut constituer une véritable bouteille de Leyde. Une mare d'eau stagnante ne fournira le plus souvent qu'une terre bien médiocre. Une couche d'eau telle que la nappe souterraine de la Seine, que l'on considère volontiers comme formant une terre excellente, présente encore elle-même une résistance énorme, relativement à celle d'un paratonnerre bien agencé. L'admirable poste de télégraphie sans fil installé à la tour Eiffel ne s'est pas contenté de la couche aqueuse souterraine : il s'est constitué une terre presque sans résistance au moyen de surfaces métalliques énormes, offrant ainsi un modèle auquel il importera de savoir se conformer.

6. D'ailleurs, puisque les décharges atmosphériques affectent le plus souvent la forme d'oscillations extrêmement rapides, on n'attachera qu'une importance secondaire à la résistance ohmique des conducteurs relativement à leur self-induction qu'on devra s'efforcer de réduire au minimum. Tout système de pointes devra être muni d'un conducteur descendant directement et sans sinuosités appréciables à la prise de terre formée elle-même par une surface métallique aussi grande que possible.

7. Si donc le cuivre électrolytique convient assurément très bien pour constituer le conducteur d'un paratonnerre, on ne devra pas se faire d'illusions sur le bénéfice que présenterait la grande conductibilité de ce conducteur, tandis que la terre à laquelle il aboutit laisserait à désirer.

On n'oubliera pas non plus que, dans les manifestations les plus dangereuses de la foudre, ce ne sera pas la résistance du circuit qui gênera surtout le mouvement de l'électricité. Ce ne sera pas elle qui provoquera spécialement ces décharges qui pourront venir frapper brusquement des conducteurs voisins.

8. Déjà, dans l'instruction du 23 avril 1823, Gay-Lussac signalait le danger de rester près d'un paratonnerre en temps d'orage.

En 1897, l'attention de l'Académie fut appelée de nouveau sur cette question, à propos des dangers que peut présenter le voisinage des conducteurs d'énergie électrique et par suite de tous les conducteurs « qui, exposés à des coups de foudre, peuvent transmettre momentanément des quantités énormes d'énergie ».

D'après le rapport soumis à l'Académie le 31 mai 1897, « une ligne transportant de l'énergie électrique ne constitue par elle-même aucun danger pour les objets qui ne sont pas situés dans son voisinage immédiat : une distance de 10 m. paraît suffisante pour écarter tout risque ».

Cette règle convient de soi aux conducteurs de paratonnerres convenablement reliés au sol.

Mais un paratonnerre, même bien agencé, peut présenter, à un instant donné, quelques défauts, surtout du côté de sa prise de terre. On agira donc prudemment en écartant tout conducteur indépendant à 20 m. au moins d'un niagara et généralement de tout système analogue.

9. Nous n'avons d'ailleurs pas à faire état ici de la conductibilité que l'air acquerrait par ionisation, sous l'action de l'électricité émise par les pointes multiples d'un paratonnerre, ce paratonnerre fût-il un niagara. L'air, même fortement ionisé, n'est en fait qu'un médiocre conducteur.

10. Il nous paraît donc que le niagara projeté sur l'église Saint-Nicolas, à Nantes, ne saurait causer aucun dommage au bureau téléphonique situé à 150 m. et installé avec le soin dont l'Administration des Postes et Télégraphes s'est depuis longtemps fait une règle.

11. Nous estimons de même que, dans l'incendie qui s'est déclaré à l'Hôtel des Postes de Poitiers, pendant le violent orage de la nuit du 25 au 26 juillet 1911, le niagara installé près de 90 m. au-delà, sur le belvédère de l'Hôtel de Ville, n'a joué aucun rôle. L'explication la plus vraisemblable du sinistre paraît être dans un coup de tonnerre ayant directement frappé la herse placée sur l'Hôtel des Postes.

Quoi qu'il en soit, cet incendie, rapproché des lames de feu constatées en 1891 sur les paratonnerres et les fils téléphoniques du bureau central de Marseille, comporte un enseignement, à savoir qu'au point de vue de la sécurité il y aurait avantage à n'arriver aux stations centrales que par fils souterrains.

12. Assurément, chaque fil, à son entrée au bureau, est muni d'un système d'appareils protecteurs d'intensité (fusibles coupe-circuit) et protecteurs de tension (parafoudres), qui ne laissent guère à désirer. Nous recommanderions seulement de mettre toujours en tête un parafoudre. Toutefois ce système, imaginé plutôt pour protéger des courants dus à quelque contact accidentel avec les lignes industrielles d'énergie, ne met qu'incomplètement à l'abri des effets de la foudre.

Si la foudre frappe le fil en rase campagne, elle le brise généralement sur trois ou quatre portées et elle ne va pas plus loin. Si, cependant, un courant parvient jusqu'au bureau, il sera arrêté par le système protecteur.

Mais, lorsque la foudre frappe directement la herse ou la tourelle placée à la partie supérieure du poste central, l'accident deviendra grave, si, pour une cause quelconque, la décharge se trouve localisée en quelque sorte dans un court espace, d'où elle pourra s'élancer en traits de feu funestes.

Avec des fils d'arrivée souterrains, le danger serait reporté aux

cabanes de coupure (là où le réseau aérien devient souterrain), et il y serait beaucoup moins redoutable.

13. Nous devons enfin considérer le cas où des lignes aériennes passeraient à proximité d'un niagara.

En dehors de toute autre considération, la nature même des lignes aériennes, « exposées à être déplacées par diverses causes mécaniques ou météorologiques, impossibles à éviter », rend très difficile la fixation d'une distance minimum.

Une précaution essentielle consistera évidemment à installer avec un soin particulier les portions de lignes aériennes voisines d'un niagara.

Cette condition remplie, nous estimons qu'en se tenant à 20 m. de distance du niagara, on sera suffisamment à l'abri des influences possibles de cet appareil sur les lignes aériennes.

14. En résumé, un niagara est un grand paratonnerre disposé en vue d'un fort débit.

Pour se garer de quelque défaut possible dans l'agencement de ce système et surtout dans sa prise de terre, pour se mettre complètement à l'abri de l'une de ces décharges latérales auxquelles peut donner lieu un conducteur frappé par certains coups de foudre, l'Administration des Postes et Télégraphes devra maintenir une distance de 20 m. au moins entre un niagara, ou tout autre système analogue, et l'une quelconque de ses installations aériennes, poste d'arrivée, ou fils de lignes.

D'autre part, comme une herse ou une tourelle de fils télégraphiques ou téléphoniques aériens, installée sur un hôtel des Postes, semble particulièrement exposée à la foudre, l'Administration aura intérêt à conduire les lignes au poste central par voie souterraine.

Enfin, comme malgré les études poursuivies jusqu'à ce jour, certains effets du tonnerre restent encore mal connus, l'Académie émet le vœu que l'Administration des Postes et Télégraphes lui transmette les renseignements qu'elle est particulièrement à même de recueillir touchant l'électricité atmosphérique. Ainsi, des observations exactes s'ajouteront à celles que, depuis Arago, l'Académie se plaît à enregistrer sur une question qui intéresse si vivement l'humanité.

ÉLECTRODYNAMIQUE

Diagramme bipolaire des alternateurs synchrones travaillant, en générateurs ou en récepteurs, sur un réseau à potentiel constant, dans la théorie des deux réactions. Note de M. André BLONDEL, séance du 17 février 1913.

Le diagramme nouveau est une généralisation du diagramme donné dans le livre de l'auteur : *Moteurs synchrones* (Encyclopédie Léauté), page 143, figure 43, dans lequel on remplacera les impédances $Z = \sqrt{r^2 + \omega^2 L^2}$ et l'angle de phase γ par ceux déduits de $Z_t = \sqrt{r^2 + \omega^2 L_t^2}$ avec $L_t = L + s$ et $\tan \gamma = \frac{\omega L_t}{r}$.

En discutant le diagramme ainsi obtenu, M. Blondel montre qu'il permet de mesurer le décalage du courant, la puissance aux bornes et la *puissance intérieure*, c'est-à-dire la puissance aux bornes diminuée de la perte par effet Joule.

Le diagramme permet, en opérant par points, de déterminer la loi de l'excitation en fonction du décalage pour une puissance utile constante. Inversement, on peut, en supposant l'excitation constante, déduire la variation de puissance en fonction du décalage.

Puissance intérieure et couple synchronisant des alternateurs synchrones travaillant sur réseau à potentiel constant ou en parallèle. Note de M. André BLONDEL, séance du 3 mars 1913.

La puissance intérieure de l'alternateur qui échange un courant efficace I , sous la tension efficace U et sous un décalage φ avec le circuit extérieur, a pour expression, en appelant p les pertes par frottements, hystérésis et courants de Foucault : $P = UI \cos \varphi \pm r I^2 \pm p$. Le signe + se rapporte au cas de la génératrice, et le signe — au cas de la réceptrice. Le premier

terme peut être calculé en multipliant deux à deux les composantes de la force électromotrice E_d et du courant I_d , dirigées suivant l'un des pôles et que l'auteur appelle composantes *directes*, puis les composantes dirigées suivant l'axe perpendiculaire, E_t et I_t , qu'il appelle *transversales*. D'où, en désignant par ψ le décalage de I par rapport à l'axe des pôles,

$$UI \cos \varphi = E_d I_d + E_t I_t = E_d I \cos \psi + E_t I \sin \psi$$

Lorsque l'alternateur est soumis à des oscillations de vitesse, propres ou forcées, très petites, les variations des termes rI^2 et p sont des infiniment petits du second ordre ; on peut donc ramener le calcul de la variation dP sensiblement à celui de la variation du premier terme de P .

M. Blondel montre alors que tout décalage de l'induit en avance d'un angle $d\psi$ modifie l'état des forces électromotrices et des courants et il arrive, en multipliant chaque courant supplémentaire par la force électromotrice de chaque phase, à la variation totale de puissance.

Ces formules peuvent expliquer les différences notables obtenues entre les résultats de l'expérience et ceux que donnent les formules déduites de la théorie de Joubert.

Elles expliquent aussi très simplement la différence des effets que produit le compoundage électrique de l'excitation, suivant la façon dont il est réalisé. Si le compoundage annule les deux réactions, directe et transversale, c'est-à-dire i_t et i_d , il n'y a plus d'effet correctif et le régime de l'alternateur est théoriquement indéterminé, si l'on n'a soin d'ajouter entre les bornes mêmes des alternateurs des conducteurs d'équilibre comme l'a imaginé M. Boucherot. Au contraire, si le compoundage compense seulement la réaction sur la force électromotrice directe, le courant réactif i_t est seul annulé, le premier terme de dP , qui contient seulement i_d , subsiste et produit son effet correctif, sans nécessiter des connexions d'équilibre, ainsi que l'a vérifié l'expérience.

PHYSIQUE

Séparation des effets lumineux et calorifiques produits par une source de lumière, note de M. DUSSAUD, séance du 25 mars 1913.

Chacun sait que la lumière des sources lumineuses est malheureusement accompagnée d'une énorme quantité de chaleur, à la fois coûteuse et gênante. Cette chaleur est absorbée en très notable proportion par les substances transparentes des systèmes optiques de concentration, dans tous les appareils d'optique ; c'est à la fois un avantage et un inconvénient. C'est un avantage dans les premiers instants d'un éclairage, car, si la matière du système condensateur laissait passer la chaleur aussi facilement que la lumière, l'objet sur lequel se ferait la concentration, cliché par exemple, serait presque instantanément brûlé ; c'est, d'autre part, un inconvénient, après les premiers instants de l'éclairage, car la matière absorbante peut éclater par son propre échauffement et son rayonnement calorifique propre devient à son tour dangereux.

L'auteur est parvenu à supprimer l'inconvénient en conservant l'avantage, et la suppression de l'inconvénient a exalté l'avantage.

La source, arc électrique si l'on veut, est fixe. Il emploie pour la concentration un groupe de systèmes optiques qui se succèdent automatiquement, en prenant exactement une même place fixée par un réglage. Chacun d'eux ne travaille que pendant un temps assez réduit pour ne s'échauffer que très peu. Par son déplacement, il se refroidit complètement pendant l'intervalle où il reste inactif. La diminution considérable de l'échauffement d'un condensateur permet de le disposer à une distance de la source beaucoup plus faible qu'à l'ordinaire. En rendant la distance focale deux fois plus courte, il parvient à faire usage de sources lumineuses moins étendues et parfois dix fois moins coûteuses.

M. Dussaud ajoute que l'arc est emprisonné entre un condensateur optique à l'avant et un miroir concave à l'arrière ; tous les deux sont mobiles, tous les deux sont à foyer deux fois plus court que les foyers habituels. La lumière utilisée est aussi peu chaude que cela est nécessaire et le peu de chaleur qui est communiqué au système optique est dispersé pendant son déplacement dans le milieu environnant, en dehors de l'objet éclairé.

La lumière, rendue pratiquement froide par la séparation de l'effet lumineux et de l'effet calorifique, apporte une grande simplification à de nombreux modes d'éclairage : projections, phares, cinématographes (clichés en celluloid), microscopes (projection des préparations microscopiques les plus délicates), télégraphie optique.

L'auteur a appliqué sa méthode à des sources chaudes, riches en rayons ultra-violet, avec des systèmes optiques transparents pour l'ultra-violet.

REVUE DES PERIODIQUES ETRANGERS

Du fonctionnement des compteurs d'énergie à courant cont nu sur charges très variables. (Circuits de traction). Par S. W. MELSOM et W. H. EASTLAND. (*Journal of the Institute of Electr. Engineers*, 49 pages 465-488. *Electrician* 69, pages 216-218).

Ce mémoire donne les résultats d'un grand nombre d'essais effectués sur instruments de différents types. A l'exception d'un d'entre eux, tous ces instruments étaient dimensionnés pour 200 ampères et 480 volts, et tous étaient soumis aux mêmes variations de tension et d'intensité. Afin de mesurer la quantité d'électricité traversant le circuit principal, on construisit un voltamètre à cuivre, comprenant 12 cathodes et 13 anodes ayant la forme d'un carré de 15 centimètres de côté.

Afin d'assurer la régularité du dépôt, l'électrolyte était tenu en agitation par le passage d'un courant d'air dont la circulation avait aussi pour effet d'éviter toute élévation de température exagérée ; le maximum de cette élévation, au bout de deux heures de fonctionnement, atteignait seulement 3° centigrades.

L'intensité du courant principal traversant les compteurs était modifiée par le moyen d'un contact mobile consistant en un disque de cuivre dont le bord plongeait dans une auge à mercure.

Sur l'axe de ce disque était monté un manchon de laiton sur la circonférence duquel étaient percés un certain nombre de trous taraudés recevant des tiges de cuivre qui, quand l'axe tournait, passaient dans une autre auge à mercure. Les contacts établissaient le courant dans un solénoïde qui, à son tour, manœuvrait l'interrupteur à mercure commandant le courant principal.

Avant l'exécution des essais avec charge variable, les compteurs étaient l'objet d'étalonnages soignés, pendant une période de trois semaines, par la méthode ordinaire qui consiste à laisser tourner le compteur pendant un petit intervalle de temps. Des étalonnages du même genre furent également exécutés, immédiatement avant et après chaque période d'essais avec charge variable. Les résultats de ces essais ne coïncidèrent pas à plus de $\pm 1\%$. La moyenne des constantes obtenues avec charge variable coïncide dans ces limites de $\pm 1\%$ avec celles obtenues sous charge constante. En somme, pour tous les besoins pratiques, il n'y a aucune différence entre le fonctionnement de ces compteurs avec charge fixe ou charge rapidement variable.

Les essais ont porté aussi sur le maintien de la constance des indications. On traça des courbes destinées à établir la relation de l'erreur de chaque compteur avec le temps pour une période de plus de huit mois, la charge étant maintenue constante. Au cours de ces essais, les compteurs furent, à deux reprises, l'objet d'un transport.

Dans la majorité des cas, les constantes ne se modifient pas de plus de $\pm 1\%$, la variation étant plutôt plus considérable aux faibles charges.

On constate que, si les variations de la tension atteignent 10 %, au-dessus ou au-dessous de la tension normale, les erreurs deviennent assez grandes pour qu'il soit indispensable de faire subir aux lectures une correction.

Les auteurs font ressortir combien il est nécessaire de choisir, pour les compteurs, un emplacement qui réduise au minimum l'influence des champs parasites. Si l'on a soin de déconnecter par rapport au compteur les conducteurs du courant principal l'effet des champs parasites se trouvera accusé par le mouvement constaté aux cadrans du compteur.

On détermina ainsi l'effet du champ magnétique produit par la circulation d'un courant de 1000 ampères dans un câble rectiligne placé à une distance de 2 pieds (0^m608) du compteur.

Dans un cas, l'action fut très faible, mais dans quatre autres elle fut, au contraire, très marquée.

On fit ensuite des essais avec des compteurs dont l'axe était incliné sur la verticale de 3° environ ; dans la plupart des cas l'erreur à faible charge était très notable ; dans un cas, on constata que l'erreur à forte charge était modifiée de 2 %.

Les auteurs condamnent la pratique qui consiste à installer un compteur d'une trop grande capacité vis-à-vis de la puissance moyenne qui le traverse ; ils insistent sur l'importance qu'il y a à disposer le conducteur d'aller et le conducteur de retour côte à côte, et à assurer un bon contact aux prises de courant. Ils signalent le cas d'un compteur qui donnait des indications de 10 % trop basses et qui, après nettoyage des contacts, se montra exact à moins de 2 %.

Dans un appendice, les auteurs décrivent les quelques expériences principales qu'ils ont effectuées au sujet de l'effet des surcharges momentanées. Les compteurs ont été étalonnés avant et après le passage d'un courant égal à 30 fois le courant normal. Dans tous les cas, ce passage donna lieu à une augmentation permanente considérable de la vitesse des compteurs.

La traction électrique dans le tunnel du Simplon, par B. KILCHENMANN. Schweizerische Elektro. Verein

L'auteur communique des résultats acquis par l'expérience du fonctionnement de la ligne traversant le tunnel du Simplon au cours des six dernières années. Quelques-uns des isolateurs paraissent avoir été trouvés défectueux, et il semble que l'emploi du verre sera supérieur à celui de la vulcanite sous le rapport de la résistance aux effets combinés de la chaleur et de l'humidité. Il semble aussi qu'une oxydation se produise sur les conducteurs placés à la partie supérieure, oxydation qui se traduit par une usure considérable. Au début, on attribua cette action oxydante à la production d'ozone ; mais il semble maintenant plus probable qu'elle est due à un dépôt de fumée provenant des locomotives à vapeur qui franchissent quelquefois le tunnel.

Un conducteur d'aluminium serait à l'abri de cet effet oxydant, mais l'emploi en est contre-indiqué par plusieurs autres raisons.

On a recouru avec succès à certains procédés de peinture, mais il est cependant trop tôt encore pour porter sur eux une appréciation définitive.

L'étude s'occupe ensuite des locomotives et du service qui a été effectué par les différents types de construction.

Les difficultés rencontrées dans l'exploitation de la ligne sont dues à des complications résultant de l'humidité, de la glace et des écarts considérables de température.

Voiture " articulée " des Tramways de Boston. Electric Railway Journal. 30, pages 606 à 609. 5 Oct. 1912.

Un nouveau modèle de véhicule a été tout dernièrement mis en exploitation par la « Boston Elevated Cy » sur sa ligne Harvard-Square-Dudley-Street, et s'applique particulièrement bien au transport d'un trafic intense dans les rues étroites et sinueuses de Boston.

La voiture est du type « articulé » et utilise des types de véhicules déjà anciens et ne répondant plus aux exigences du service, qui sont assemblés de part et d'autre d'un compartiment central après qu'on en a enlevé une plateforme et le vestibule extrême.

Le compartiment central constitue une liaison légèrement déformable avec les éléments extrêmes et sert seulement pour l'entrée et la sortie, les places assises étant uniquement localisées dans les parties extrêmes. L'emploi de ce raccordement flexible permet au système d'attaquer toute courbe que les voitures de 7 mètres peuvent affronter ; on n'a eu aucune difficulté à faire passer le véhicule sur des courbes de 10^m64 (35 pieds) de rayon.

La nouvelle voiture a une longueur de 19^m10 (62 pieds, 10 1/4 inch.) entre tampons, le compartiment médian ayant une longueur de 3^m89 (12 pieds, 10 inch.).

Les parties extrêmes sont portées sur des trucks Brill n° 21 E, la distance entre les centres des trucks étant de 9^m98 (32 pieds 10 3/4 inch.).

L'absence de truck au-dessous du compartiment central permet à celui-ci d'avoir son plancher abaissé de façon à offrir pour l'entrée une seule marche située seulement à une distance de 35 centimètres au-dessus du niveau du rail. L'entrée présente un marche-pied à rabattement mu par l'air comprimé ; mais l'intention des constructeurs est, à l'avenir, d'abaisser encore le plancher de la partie médiane de façon à réaliser, comme dans les nouvelles voitures de New-York, la suppression de tout marche-pied.

La perche de trolley présente aussi des dispositifs originaux.

Nouvelle gare terminale destinée aux lignes du New-York Central. Electrical World. 60, pages 1309-1318. 21 Décembre 1912.

L'article contient la description des installations électriques de cette gare, qui est la plus grande existant actuellement et qui se trouve au cœur même de New-York. Elle est à peu près terminée. On estime qu'elle donnera passage à 70.000 voyageurs par heure, avec un nombre de trains pouvant atteindre 200 sur deux plans de voies. Le système de signalisation installé est le plus important qui existe aux Etats-Unis.

Pour alimenter les moteurs divers installés en nombre considérable, ainsi que pour le chauffage, une usine génératrice spéciale a été prévue. Elle comprend un groupe de 10 chaudières atteignant une puissance de 6000 chevaux, des silos à charbon avec élévateurs et transporteurs, et, de plus, 3 machines à courant continu de 500 kilowatts 275 volts entraînées directement par des turbines sans condensation tournant à 1625 tours par minute.

Paliers pour machines à grande vitesse angulaire par J. C. R. BALRY. Mechanical Engineering. 31, pages 145-150. 7 Février 1913.

Dans les machines du genre turbine, l'auteur considère le chiffre de 50 pieds (15^m20) par seconde comme normal pour la vitesse périphérique des tourillons, et le chiffre de 100 pieds (30^m40) par seconde comme représentant une valeur élevée pour cette vitesse. Les paliers sont classés en trois catégories : 1° rigides ; 2° à rotule ; 3° à anneaux concentriques.

L'article contient une description illustrée de figures de ces différents types et de leur adaptation aux turbines à vapeur, avec des vitesses comprises entre 31 pieds (9^m42) et 96 pieds (29^m18) par seconde.

La question de l'insertion du métal antifriction est traitée tout spécialement, et l'auteur insiste sur l'importance qu'il y a à diriger les rainures destinées au passage de l'huile diagonalement avec la direction du mouvement. Il cite les expériences de Lusche sur la lubrification par les bagues, et donne une courbe traduisant la moyenne de ses expériences au sujet de la relation entre le coefficient de frottement μ et la pression sur le palier.

Il semble que le coefficient de frottement soit à peine affecté par l'augmentation de la vitesse jusqu'à 82 pieds (24^m93) par seconde, maximum envisagé.

Les variations de température affectent considérablement le coefficient de frottement qui varie en raison inverse.

Deux courbes rendent compte des variations de la « viscosité » et du poids spécifique avec la température.

Détermination des pertes dues à la charge des générateurs de courant alternatif. W. D. FOSTER et KNOWLTON. Comptes rendus de l'American Institute of Electrical Engineers. 32, pages 145-161. Février 1913.

Les pertes dues à la charge des accumulateurs bien établis sont faibles et leur détermination précise est difficile. Lorsqu'on peut disposer de deux machines identiques, il est recommandé d'appliquer la méthode d'Hopkinson.

Dans cette méthode on détermine, on le sait, directement les pertes et on peut ainsi les apprécier avec exactitude, quelle que soit leur importance. On fit des essais de précision à l'aide de trois machines afin de déterminer une méthode capable de donner les pertes en charge quand on ne dispose que d'une machine.

Les résultats furent que les pertes en charge sont très approximativement les mêmes que celles qui apparaissent dans l'essai en court-circuit.

Le petit nombre de machines expérimenté ne permet pas de formuler encore cette conclusion avec toute l'autorité nécessaire et il est à souhaiter que de nouveaux essais viennent permettre de la confirmer.

La détermination des réactances destinées à la limitation de la puissance. E. D. EBY. *Sen. El. Review*, 15, pages 788-792. Déc. 1912.

Dans l'exploitation des stations centrales de grande puissance, l'établissement de réactances capables de limiter l'afflux de puissance, dans le cas d'un court-circuit accidentel, est devenu un important problème.

Des bobines de ce genre sont soumises à un régime très incertain ; elles doivent être sans noyau de fer, afin d'éviter d'avoir une action limitée par la saturation ; elles doivent être capables de résister à des efforts considérables.

L'article renseigne sur la méthode de détermination des éléments de ces appareils adoptée par la General Electric Cy, et est accompagné de photographies représentant divers modèles de bobines de réactances.

Les enroulements sont disposés sur des pièces de bois boulonnées sur un noyau central en béton et comprenant habituellement trois couches. Les détails de construction sont passés en revue d'une façon complète.

On emploie du câble de cuivre nu, et l'isolement est constitué par l'intervalle existant entre les spires.

Avec l'intensité normale ces réactances créent ordinairement une chute de tension de 6 % de la tension totale entre les extrémités ; dans certains cas, cette chute a été abaissée jusqu'à 2 ½ % ; dans d'autres, elle a été portée jusqu'à 10 % de la tension totale.

La demande de bobines de ce genre est considérable aujourd'hui ; l'article donne un aperçu des montages où on les emploie.

P. BOURGUIGNON,

Ingenieur de l'Union des Tramways de France.

NOTES ET INFORMATIONS

Institut d'Enseignement Commercial de l'Université de Grenoble

A notre époque, la partie commerciale et financière des entreprises industrielles a pris une importance capitale. La supériorité d'une fabrique sur ses rivales, quand elle existe, consiste moins en une supériorité technique de l'art de produire qu'en une supériorité commerciale dans l'art de vendre et d'acheter. « Toutes les maisons, écrivait M. Carneggie, sont constamment à la recherche de l'habileté commerciale, et chacune vous dira qu'il n'y a pas, sur le marché, un article aussi rare. » Il ne suffit donc pas d'être bon ingénieur : les bons ingénieurs abondent ! Il faut, pour réussir, posséder en outre une culture économique générale ; il faut connaître la comptabilité commerciale et industrielle, les principes d'organisation d'une maison de commerce et d'une entreprise industrielle ; il faut avoir des notions de droit commercial ; il faut connaître les tarifs de transports, les tarifs de douane, le régime des banques, la géographie commerciale, etc.

En un an, les futurs ingénieurs pourront acquérir ces notions indispensables à l'Institut d'Enseignement commercial de l'Université de Grenoble.

C'est un établissement universitaire qui fonctionne depuis le mois de novembre 1912 : les enseignements y sont donnés par des professeurs de Faculté et par des spécialistes. Il est subventionné par le département de l'Isère, le département des Hautes-Alpes, la Chambre de Commerce de Grenoble, les villes de Grenoble, Gap, Privas, Valence, Voiron, la Banque de France, le Comptoir d'Escompte. Les candidats munis de certains diplômes peuvent se faire inscrire sans subir d'examen d'entrée ; les autres ne sont admis qu'après examen. Les rétributions scolaires s'élè-

vent, tout compris, à 460 francs. (Demander au Secrétariat de la Faculté de droit la brochure complète sur l'Institut d'Enseignement commercial.)

PERSONNEL ENSEIGNANT

Cours annuels

Droit commercial français : M. ROUGIER, professeur à la Faculté de droit de l'Université de Grenoble.

Economie politique et législation fiscale : M. PAUL REBOUD, professeur à la Faculté de droit de l'Université de Grenoble, Directeur de l'Institut d'enseignement commercial, 1, place Ste-Claire.

Economie et législation industrielles : M. PORTE, professeur à la Faculté de droit de l'Université de Grenoble.

Géographie économique : M. RAOUL BLANCHARD, professeur à la Faculté des lettres de l'Université de Grenoble.

Comptabilité : M. FERRAND, expert-comptable, professeur de comptabilité.

Mathématiques appliquées : M. RIVAL, agrégé de mathématiques, professeur au Lycée de Grenoble.

Marchandises et correspondance commerciale : M. CHABROL, professeur à l'Ecole pratique de commerce et d'industrie de Grenoble.

Anglais (au point de vue commercial) : M. BAUJARD, agrégé d'anglais, chargé de conférences à la Faculté des lettres, professeur au Lycée de Grenoble.

Allemand (au point de vue commercial) : M. METZGER, agrégé d'allemand, professeur au Lycée de Grenoble.

Italien : Les étudiants qui font de l'italien suivent provisoirement les cours de la Faculté des lettres.

Cours non annuels

Organisation et fonctionnement des grandes administrations françaises : M. BEUDANT, professeur à la Faculté de droit de l'Université de Grenoble, membre du Conseil supérieur de l'Instruction publique.

Droit commercial international : M. BASDEVANT, professeur à la Faculté de droit de l'Université de Grenoble.

Brevets et marques de fabrique : M. BALLEYDIER, professeur à la Faculté de droit de l'Université de Grenoble.

Banque et Bourse : M. GEORGES CHARPENAY, banquier, membre de la Chambre de Commerce de Grenoble, directeur de la Banque Charpenay et Cie.

Assurances : M. PAUL MICHOU, directeur de Compagnies d'assurances, adjoint au maire de Grenoble.

Organisation d'une maison de commerce : M. BARRET, arbitre de commerce près le Tribunal de Commerce de Grenoble.

Tarifs des transports : M. MOUCHAN, licencié en droit, commissaire de surveillance administrative des chemins de fer (contrôle de l'Etat).

Tarifs des douanes : M. TORNAFOI, docteur en droit, contrôleur des douanes.

Sur l'invention de la Dynamo (1)

L'Association Electrotechnique Italienne, avec le concours du ministère italien de l'Instruction Publique, a fait éditer en un petit volume in-8°, qu'elle offre en hommage aux autres associations, l'article que le professeur Pacinotti publia dans le numéro du mois de mai 1864, du *Nuovo Cimento*, sous le titre : DESCRIPTION D'UNE PETITE MACHINE ELECTROMAGNETIQUE.

L'article est traduit en cinq langues. Vient d'abord le texte original italien, puis une traduction française, par M. Paul Janet, une traduction anglaise, par M. S. P. Thompson, une traduction allemande par M. Gisbert Kapp, et, enfin, une traduction assez inattendue, en latin, par M. P. Rasi, cette dernière visant probablement les pays scandinaves.

Cet envoi, que la Société Electrotechnique Italienne a la délicatesse de n'accompagner d'aucun commentaire et pour lequel

(1) Extrait d'une communication du professeur Emile PIÉRARD, insérée au *Bulletin de la Société Belge d'Electriciens*. Avril 1913.

nous la remercions cordialement au nom de la Société belge d'Électriciens, ne peut être interprété que d'une seule façon : l'Association Italienne, revendiquant pour le professeur Pacinotti l'invention de la dynamo, publie le document original sur lequel on peut baser cette revendication ; elle fait juge de sa valeur les autres associations, c'est-à-dire la généralité des électriciens.

Que contient la notice de Pacinotti ? — Il résulte de celle-ci :

A. — Qu'en 1860, le professeur italien construisit, pour le compte du Cabinet de Physique technologique de l'Université de Pise, un petit moteur électrique constitué par une roue en fer dentée, entre les seize dents de laquelle étaient intercalées des bobines de neuf spires toutes enroulées dans le même sens, dont l'entrée et la sortie des bobines successives, réunies entre elles, étaient raccordées aux touches de laiton d'un petit commutateur cylindrique en bois, sur lequel des frotteurs amenaient le courant. La roue et le commutateur tournaient sur des pointes verticales, de sorte que la poulie de transmission se trouvait dans un plan horizontal. Les électro-aimants étaient verticaux avec une armature horizontale les réunissant à leur partie inférieure, leurs bobines magnétisantes montées en série avec les frotteurs.

B. — Après l'avoir décrit, Pacinotti relate des expériences qu'il fit sur ce petit moteur, desquelles il concluait que « ces résultats ne semblent pas placer le nouveau modèle notablement au-dessus des autres petites machines électromagnétiques ; cependant, ils ne me semblent pas mauvais, quand je pense que dans ce modèle existent des défauts de construction qui ne se rencontrent pas dans d'autres machines du même genre ». Sur les 15 pages de sa brochure, 11 sont consacrées à la machine en moteur.

C. — Dans les quatre dernières pages, Pacinotti fait remarquer, en quelque sorte subsidiairement qu'il était facile de remanier son moteur en une machine produisant du courant continu. C'est ce qu'il provoqua de deux façons : 1° en aimantant les noyaux de l'électro-aimant inducteur au moyen d'aimants permanents ; 2° en aimantant les dits noyaux par l'intermédiaire d'un courant. En faisant tourner la roue il obtenait bien un courant induit, constamment dirigé dans le même sens. Chose curieuse, et ici nous notons une appréciation qui montre bien que Pacinotti ne se rendit pas compte de ce que pouvait donner sa machine, il déclare : « Que la deuxième manière ne peut être convenable, mais il reste facile d'établir un aimant permanent à la place de l'aimant temporaire A F F B, et alors, la machine magnéto-électrique qui en résulte, aura l'avantage de donner des courants induits additionnés et tous dirigés dans le même sens, sans qu'il soit besoin d'organes mécaniques qui les séparent des courants opposés, ou qui les rendent concordants les uns avec les autres ». Et il termine ainsi sa notice : « Et ce modèle montre bien comment la machine électro-magnétique s'oppose à la machine magnéto-électrique puisque, dans la première, en faisant circuler dans les bobines le courant électrique introduit par les rhéophores *ll*, on obtenait le mouvement de la roue et son travail mécanique, tandis que dans la seconde, en employant un travail mécanique pour faire tourner la roue, on obtient, par l'effet de l'aimant permanent, un courant permanent qui circule dans les bobines et se rend aux rhéophores *ll*, pour être introduit dans le corps sur lequel il doit agir ».

La petite machine de Pacinotti fut ensuite rangée dans la collection du cabinet de physique de Pise et la poussière de l'oubli tomba sur elle. Si Pacinotti avait disparu à ce moment, la dynamo existait-elle, était-elle apportée au monde ? Evidemment non, et ceci résout la question.

Que Gramme, ouvrier obscur, patient, laborieux, tenace et intelligent, ne s'attelle pas obstinément à la recherche d'une machine pouvant développer de l'électricité mécaniquement, combien d'années aurait-il fallu pour que la dynamo vint révolutionner le monde ?

Pour être l'inventeur de quelque chose, ne faut-il pas l'avoir voulue, en avoir préconisé les mérites, avoir revendiqué soi-même, en temps utile, non pas après, l'utilisation bien déterminée de cette chose, que l'on a imaginée non, au surplus, de toutes pièces, mais en se servant du résultat de l'expérience et du travail des

prédécesseurs ? Pour qui connaît la longue persévérance, les essais laborieux, éclairés par le calcul, du praticien Gramme qui s'imposa de vivre dans un état voisin de la misère pendant deux ans pour poursuivre ses recherches, ce fut bien lui, incontestablement, qui présida à l'avènement de la dynamo, qui l'apporta, l'imposa à l'industrie.

Peut-on, dès lors, avec justice, lui opposer un simple modèle expérimental oublié dans un laboratoire, dont son auteur méconnaissait si complètement l'originalité qu'il le comparait aux autres machines du même genre, alors existantes ?

Tous ceux qui ont magnifié le génie de Gramme ont d'ailleurs toujours fait à Pacinotti la véritable part qui lui revient.

Citons ce qu'écrivait en 1901 M. Roosen, actuellement directeur général des télégraphes belges, dans le *Bulletin* de la Société belge d'Électriciens à propos de la mort de Zénobe Gramme :

« Sans nous étendre davantage, car il y aurait à citer de nombreux noms d'inventeurs et de savants, nous ne pouvons cependant passer sous silence le nom de Pacinotti.

« C'est ce savant, en effet, qui, cherchant comme tant d'autres à produire des courants continus présentant la plus faible variation possible de leur intensité, arriva en 1861 à la solution retrouvée plus tard en 1869, par Gramme, d'une manière tout à fait originale et sans qu'il eût connaissance des travaux de Pacinotti.

« Le principe de la solution était le même. C'était la constitution, à l'aide de bobines élémentaires, symétriques et symétriquement placées autour d'un anneau ou de toute autre surface de révolution, reliées les unes aux autres, d'une bobine continue, c'est-à-dire formant un circuit fermé. Les bobines élémentaires étaient reliées, dans la machine de Pacinotti, à des touches métalliques séparées les unes des autres et disposées en commutateur.

« Tandis que dans la machine Pacinotti les bobines constitutives ou élémentaires étaient placées entre les dents d'une espèce de poulie dentée, dans celle de Gramme elles étaient enroulées sur un anneau dépourvu de dents. L'apparition de l'armature de Gramme fut le point de départ de nouvelles recherches et de nouveaux travaux.

« Alors que la machine construite par Pacinotti, pour l'Université de Pise, en 1861, n'a jamais fonctionné convenablement et que la solution trouvée par cet inventeur avait été oubliée ou perdue de vue pendant quelques années, la solution indiquée par Gramme marqua un progrès considérable et l'on peut dire que c'est à l'inventeur belge que revient l'honneur d'avoir imaginé et construit de ses mains la première dynamo industrielle ».

Pourquoi susciter une nouvelle polémique sur les mérites respectifs de Pacinotti et de Gramme ? Ces mérites non seulement ne sont pas comparables, mais ne coïncident pas. Pacinotti et Gramme ont travaillé dans des domaines essentiellement distincts : l'un dans le silence académique du laboratoire, l'autre dans la mêlée active de l'usine ; la gloire de l'un n'éclipse en rien celle de l'autre.

Le professeur italien a, sans contestation possible, imaginé le premier enroulement à anneau desservi par un collecteur, d'ailleurs fort rudimentaire, mais il n'a pas vu l'immense parti industriel que l'on pouvait en tirer.

Ce mérite fut réservé à Gramme qui, travaillant d'une manière indépendante et adoptant au surplus un noyau magnétique lisse *subdivisé*, condition essentielle, construisit, le premier, des générateurs mécaniques d'électricité vraiment pratiques, d'un bon rendement et d'un fonctionnement industriel satisfaisant.

Et cela suffit à sa renommée.

Roue Pelton de 15.000 HP.

On vient d'installer, à l'usine hydroélectrique de la Löntsch, près de Glaris, une roue Pelton de 15.000 HP, qui est bien sans doute la plus puissante roue de ce système en Europe. L'installation actuelle comprenait déjà 6 roues Pelton de 6.500 HP, de sorte que sa puissance passe de 39.000 à 54.000 HP. Cette usine devient, par suite, l'une des plus puissantes de la Suisse.

Cette nouvelle roue, comme les anciennes d'ailleurs, sort des ateliers Th. Bell, à Kriens, près de Lucerne.

Barrage en voûte et en bois.

L'Engineering Record du 29 mars dernier donne une courte description d'un barrage en voûte qui a 36 pieds (10^m97) de hauteur, avec seulement 4 pieds (1^m22) d'épaisseur à la base, et qui est construit en bois.

Ce curieux barrage a été construit à Melrose, dans le Wisconsin, au travers d'une gorge étroite d'un petit cours d'eau, pour créer une chute et actionner un moulin. Ainsi qu'il vient d'être dit, il est établi en plan en forme de voûte. Son parement amont, qui est vertical, est disposé suivant un arc de cercle dont la corde est de 65 pieds (19^m81) et la flèche de 12 pieds (3^m65), ce qui correspond à un rayon d'extrados de 15^m27. Une conduite en bois part d'un des côtés du barrage et amène l'eau à des turbines à axe vertical et à huche ouverte, qui fonctionnent sous une chute utile de 33 à 34 pieds (10 à 10^m40).

Ce barrage est constitué par des poutrelles en bois de pin, de section carrée de un pied (0^m305) de côté, disposées horizontalement par rang de 4 sur les 9 pieds inférieurs, puis par rang de 3 et de 2 sur le milieu de la hauteur, et enfin sur une seule rangée sur les 9 pieds de la partie supérieure.

Le lit de la rivière fut approfondi sur 4 pieds, de manière à atteindre le bon sol, puis on perça dans le rocher de fondation quatre rangs de trous, espacés de 2 pieds, dans lesquels on planta et cimentait des tiges de boulons. La première rangée de poutrelles fut boulonnée sur cette fondation, puis les autres furent successivement montées par-dessus et les joints calfatés.

Ce curieux barrage, qui est en service depuis vingt-cinq ans déjà, paraît être en très bon état et semble devoir résister en toute sécurité pendant longtemps encore. D'ailleurs, si l'on applique la formule élémentaire bien connue des barrages en voûte, la compression *p* développée suivant la longueur des fibres des poutrelles est :

$$p = R \frac{H}{e} = 15,27 \times 9 = 137,43.$$

soit 137,43 tonnes par mètre carré, ou 13,74 kgs par cm², alors que le taux auquel on fait normalement travailler le bois de pin chargé debout est d'environ 45 kgs par centimètre carré.

Soudure de l'aluminium

Voici, d'après la *Technique Moderne* du 15 juillet dernier, la recette suisse d'un fondant pour la soudure de l'aluminium, qui donne, paraît-il, de bons résultats : 60 parties (en poids) de chlorure de potassium, 30 parties de chlorure de calcium, et 10 parties de cryolithe. Les meilleurs résultats seraient obtenus en fondant le tout ensemble, et en le pulvérisant ensuite pour l'employer avec l'aluminium. On obtient une masse homogène qui protège le métal de l'oxydation, quand celui-ci est fondu à la flamme d'un chalumeau, et qui dissout l'oxyde formé par le métal fondu.

La recette suivante est d'origine anglaise : on fait une soudure avec 80 % d'étain et 20 % de zinc, ou encore avec 70 % d'étain, 25 % de zinc, 3 % d'aluminium, et 2 % de phosphore d'étain. On emploie l'acide stéarique comme fondant, et il faut chauffer l'aluminium à environ 350° C.

On peut vérifier si une soudure est bien réussie en l'immergeant dans de l'eau bouillante additionnée de sel de cuisine.

Emploi de la chaux vive pour dégeler le sol

La construction d'un égout, à West-Liberty, dans l'Etat d'Iowa, s'étant poursuivie pendant l'hiver 1911-1912, malgré un froid rigoureux, et le terrain ayant gelé jusqu'à une profondeur de 1^m20 environ, à tel point que l'excavateur employé ne pouvait plus fonctionner, on eut recours, pour dégeler le terrain, à un curieux procédé que décrit l'Engineering Record du 22 mars 1913.

Sur l'emplacement de la tranchée à ouvrir, on étendit sur le sol une couche de chaux vive réduite en petits morceaux, on l'arrosa avec de l'eau et on la recouvrit avec de la paille, de l'herbe sèche ou du fumier. La chaleur produite par l'extinction de cette chaux ne pouvant rayonner à l'extérieur, empêchée en

cela par la couche de matières mauvaises conductrices qui la recouvraient, était toute employée à dégeler le terrain, et cela sur une épaisseur suffisamment grande pour que l'excavateur put à nouveau fonctionner.

Sur un autre chantier, où l'on fit emploi d'un jet de vapeur, on utilisa avec succès de vieilles planches comme couverture.

Dureté des Roches.

Voici, d'après le Bulletin n° 31 de l'Office des « Public Roads », du Département de l'Agriculture aux États-Unis, quelle est la dureté relative des différentes roches au point de vue de leur résistance à la rupture sous l'effet des explosifs. Si l'on prend comme unité la dureté du calcaire, la dureté des autres roches est donnée par le tableau suivant :

Diabase pure.....	<i>d</i> = 3,0	Augite diorique.....	<i>d</i> = 1,9
Quartzite - pyroxène..	2,7	Basalte altéré.....	1,7
Grès dur.....	2,6	Grès feldspathique...	1,7
Diabase altérée.....	2,4	Gabbro.....	1,6
Basalte pur.....	2,3	Chert.....	1,5
Schiste - hornblende..	2,1	Grès calcaire.....	1,5
Granit - hornblende..	2,1	Granite.....	1,5
Diorite.....	2,1	Schiste ardoisier.....	1,2
Rhyolite.....	2,0	Péridotite.....	1,2
Quartzite pure.....	1,9	Gneiss granitique....	1,2
Gneiss-biotite.....	1,9	Andésite.....	1,1

En outre, le micaschiste, l'amphibolite, la dolomite, le granit-biotite, l'augite-syenite et le gneiss-hornblende, sont indiqués comme ayant même dureté que le calcaire ; ils sont, par suite, représentés par *d* = 1.

Une grande pompe centrifuge à haute pression

C'est celle qui appartient à la Société électrique *Alla Italia* de Turin. Destinée à emmagasiner l'eau dans les réservoirs de la station centrale électrique de Funghera, elle refoule 96 mètres cubes d'eau par minute à 152 mètres de hauteur et absorbe une puissance de 2 000 kilowatts. Elle est commandée directement par un moteur triphasé tournant à 1 000 tours par minute.

BIBLIOGRAPHIE

Les maladies des machines électriques, défauts et accidents qui peuvent se produire dans les génératrices, moteurs et transformateurs à courant continu et à courants alternatifs, par Ernst SCHULZ, deuxième édition française, refondue et augmentée, traduite sur la troisième édition allemande, par A. HALPHEN, ingénieur-électricien, in-16 de 92 p., avec 42 figures. Cartonné : 2 fr. 50. Dunod et Pinat, éditeurs, Paris, quai des Grands-Augustins.

M. A. Halphen publie une nouvelle édition de son ouvrage, dont le succès a été aussi grand en France qu'en Allemagne, et plusieurs tirages de la première édition française ont été épuisés en peu d'années.

Cette traduction a été revue sur la troisième édition allemande. On y trouvera, outre un certain nombre de modifications de détail, des renseignements entièrement nouveaux, notamment sur les machines à pôles de commutation, sur les transformateurs rotatifs, etc.

Le texte a été rendu aussi fidèlement que possible, en l'adaptant par endroits aux usages français.

Voici comment M. Schulz présentait la première édition de son livre :

« Je me suis décidé à écrire ce petit ouvrage à la suite du désir qui m'avait été exprimé de divers côtés de me voir développer et réunir, sous forme de livre, les courtes publications que j'ai déjà faites sur le même sujet. »

L'électrotechnique exposée à l'aide des mathématiques élémentaires, par N. PAQUET, A.-C. DOCCQUIER et J.-A. MONTPELLIER, tome II. Production de l'énergie électrique. Dunot et Pinat, éditeurs, Paris. Prix broché 15 francs.

Cet ouvrage, conçu sur un plan entièrement nouveau, a été rédigé dans un but de saine vulgarisation. Nombre de jeunes gens, désireux de s'initier aux secrets de la science électrique, sont impitoyablement laissés à la porte du temple, découragés qu'ils sont par la sécheresse et l'aridité des explications premières.

Rompant avec les traditions de l'enseignement actuel, les auteurs ont voulu mettre la science électrique à la portée de tous ceux qui s'y intéressent et, à cet effet, laissant de côté les méthodes surannées d'enseignement, ils ont cherché à exposer tous les phénomènes et leurs lois dans un langage clair et simple, parfois d'une naïveté cherchée, langage qui n'est pas celui du professeur, mais bien celui de l'instituteur et du praticien.

Les livres savants sont très nombreux et l'on n'a que l'embarras du choix. D'autre part, il existe également de nombreux manuels pratiques à l'usage des ouvriers, dont quelques-uns rendent de grands services, tandis que d'autres ne peuvent que donner des idées absolument fausses sous prétexte de vulgarisation. Mais il y a une juste place pour un traité servant d'intermédiaire entre les livres de haute science et les ouvrages de vulgarisation. C'est le but poursuivi par les auteurs qui, dans un langage simple, accessible à tous, exposent toutes les notions indispensables avec l'aide des seules mathématiques élémentaires.

Le premier volume, consacré exclusivement à l'étude de l'énergie électrique et aux phénomènes et lois générales de l'électrotechnique, a déjà obtenu un accueil empressé. Ce tome II expose les procédés actuels de production de l'énergie électrique : piles, dynamos à courant continu et alternateurs. Dans un troisième et dernier volume seront successivement traités les divers modes de transformation et de distribution de l'énergie électrique, ainsi que les méthodes pratiques de mesures industrielles.

Canalisations d'éclairage, réglementation et jurisprudence, relatives à l'occupation de la voie publique par des entreprises d'éclairage concurrentes, par A. REMAURY, avocat. In-8° de 210 pages. Dunot et Pinat, éditeurs, Paris. Prix 6 fr.

Des conflits incessants se produisent journellement entre des Compagnies gazières et des Sociétés d'électricité. Les premières paraissent, au jour de leur naissance, devoir jouir seules de la voie publique par la supériorité de leur éclairage à l'égard du réverbère ou du modeste quinquet. Mais, par suite des progrès de la science, elles ont été bien vite concurrencées par des inventions nouvelles, et la lumière électrique est venue, non sans succès, prendre place à côté de l'éclairage du gaz.

Dans quelle limite cette concurrence peut-elle s'établir ? C'est le problème autour duquel la jurisprudence évolue depuis longtemps, avec des décisions souvent contradictoires en apparence. Mais celles-ci s'expliquent bien vite, soit par des divergences d'espèces, soit par une évolution lente et raisonnée de la jurisprudence vers des principes de droit nouveaux, mieux adaptés aux conceptions modernes. Suivre cette évolution de la jurisprudence à la lumière des arrêts du Conseil d'Etat, en dégager les principes de droit nouveaux, mieux adaptés aux conceptions modernes. Suivre cette évolution de la jurisprudence à la lumière des arrêts du Conseil d'Etat, en dégager le principe, et fixer aujourd'hui la solution à peu près définitive qui s'en dégage, tel est le but de cette étude.

La loi de 1906 répond de façon un peu imparfaite aux efforts combinés du Gouvernement et de la jurisprudence administrative dans le but d'éviter les moyens de concurrence. M. Remaury parcourt cette triple influence : gouvernementale, jurisprudentielle et législative autour des questions d'éclairage, pour mieux détacher les règles définitives qui dirigent à l'heure actuelle la concurrence entre entrepreneurs d'éclairage.

Mais pour mieux diriger cette étude, il importe de rechercher en vertu de quel titre une Compagnie d'éclairage aura le droit de placer ses canalisations sur la voie publique. Ce droit sera-t-il

exclusivement réservé au profit de quelque bénéficiaire privilégié ou, au contraire, devra-t-il être accordé à tous ceux qui le sollicitent ? La réponse à cette question se trouve dans l'étude des divers modes d'occupations du domaine public, la permission de voirie et la concession.

La protection légale des dessins et modèles, propriété artistique en matière d'art industriel : (loi de 1793-1902. Droit commun : loi du 14 Juillet 1909 par Georges CHABAUD, docteur en droit, avocat à la cour d'appel de Paris), in-8° de xiv-324 p. 9 francs. Dunot et Pinat, Paris.

L'unique objet de cet ouvrage est de fournir aux intéressés, dans un volume de modestes proportions un exposé aussi clair et aussi complet que possible de notre droit positif et de la jurisprudence qui s'y rapporte, en vue de les renseigner pratiquement sur la nature, les conditions et l'étendue de la protection sur laquelle ils peuvent compter.

La loi du 14 juillet 1909 y reçoit un commentaire détaillé.

L'auteur y a fait une place également importante à la loi des 19-24 juillet 1793, complétée par la loi du 11 mars 1902.

La loi du 18 mars 1806, bien qu'abrogée par celle de 1909, méritait de ne pas être laissée dans l'oubli, non seulement en considération des créations qui ont été ou qui auraient pu être placées sous son égide, mais aussi parce qu'il est telles dispositions de notre régime actuel dont la logique ne suffit pas à rendre raison et qui s'expliquent par le passé. Il était donc intéressant d'en rappeler les traits principaux.

La lecture d'un tel ouvrage devait gagner à être facilitée par le rappel des principes essentiels et par quelques précisions sur la terminologie employée en la matière.

Ces notions et distinctions essentielles ont trouvé leur place naturelle au début du volume. L'exposé général des diverses lois qui sont citées ci-dessus leur fait suite et permet au lecteur de se rendre compte de l'évolution de notre système législatif, ainsi que du régime de droits applicable à un dessin ou modèle selon sa nature et l'époque de sa création. Le tout constitue la première partie de l'ouvrage.

La seconde est plus spécialement consacrée à la loi du 14 juillet 1909. Elle contient le commentaire détaillé des dispositions de ce texte et fournit à son propos, certains développements qui ne pouvaient être répétés par trois fois, sous prétexte qu'ils conviennent également aux lois de 1806 et de 1793-1902. Des renvois facilitent d'ailleurs la recherche de ces développements communs. L'étude du droit international, des renseignements sur les législations étrangères et les textes des lois étudiées complètent l'ouvrage. Une table alphabétique des matières le termine.

Bien des questions qui sont traitées ne se sont pas encore produites en justice, mais il convenait de les soulever avant que les intérêts particuliers ne se trouvent trop gravement engagés.

L'auteur a soigneusement recueilli les décisions auxquelles a donné lieu l'application des lois de 1902 et de 1909, et il a rappelé les décisions rendues sous l'empire des lois de 1793 et de 1806 toutes les fois que celles-ci présentaient encore de l'intérêt.

Grâce au plan adopté et à un souci constant de satisfaire au point de vue pratique, sans rien sacrifier toutefois des principes et de la doctrine, M. Chabaud a pu condenser cette importante matière en un nombre relativement restreint de pages.

Recueil de problèmes et applications sur l'électricité, par A. POPEVYN, ingénieur, professeur d'électricité. Comprenant le calcul de la force, des groupements, de la lumière, des batteries d'accumulateurs, du prix de revient, etc., aussi bien en courant continu qu'en courant alternatif. H. Desforges, éditeur, 29, quai des Grands-Augustins, Paris. 1 vol, in-12 broché, avec 43 figures 1912. Prix 3 francs.

C'est par erreur que nous avons annoncé le prix de cet ouvrage à 12 fr., dans le numéro du 25 mai, alors qu'il n'est que de 3 fr.

L'Imprimeur-Gérant : P. LEGENDRE