

de poids adhérent ; l'effort de traction maximum à la jante des roues sera de 5 000 kilogrammes ; la vitesse maxima atteindra 130 kilomètres à l'heure ; les roues motrices ont 1^m60 de diamètre.

La locomotive de trains de marchandises est établie avec quatre essieux couplés qu'entraîne un faux arbre situé au milieu de la machine. Deux bielles inclinées relient ce faux arbre à un moteur de 600 ou 800 chevaux disposé sur le châssis à 1^m40 en arrière du milieu : cette disposition a été choisie en vue d'obtenir une répartition favorable du poids des différentes parties de l'équipement électrique. La locomotive pèsera environ 56 tonnes ; l'effort de traction maximum à la jante atteindra 9 000 kilog. ; la vitesse maxima sera d'environ 60 kilomètres à l'heure ; les roues motrices ont 1^m05 de diamètre.

D'autres projets de locomotives électriques ont été établis pour les chemins de fer de l'Etat prussien : l'un d'eux prévoit l'emploi d'un seul moteur de 1 800 chevaux ; l'autre, l'emploi de deux moteurs de 1 200 chevaux. Le réglage de la vitesse serait obtenu par décalage des balais, ce qui simplifierait l'équipement électrique.

3° Sur les chemins de fer badois, la ligne de la Wiesenthal, qui relie Bâle à Schopfheim, Säckingen et Zell (50 kilomètres) sera prochainement exploitée avec des locomotives électriques de différentes provenances. On a adopté le système monophasé à 10 000 volts.

Les machines construites par la Société Siemens-Schuckert ont trois essieux moteurs et deux essieux porteurs, qui peuvent effectuer un déplacement latéral de 40 millimètres de part et d'autre de leur position moyenne. Deux moteurs de 475 chevaux sont placés aux extrémités du châssis, surbaissé à cet effet : ils entraînent, par deux paires de bielles obliques, deux faux arbres à manivelles, accouplés aux trois essieux moteurs. La locomotive pèse environ 69 tonnes, dont 42 tonnes de poids adhérent ; l'effort de traction maximum à la jante est de 8 000 kilogrammes ; la vitesse maxima en charge est de 74 kilomètres à l'heure ; les roues ont un diamètre de 1^m20.

4° Les chemins de fer suédois, après les diverses expériences faites de 1905 à 1908, ont décidé l'électrification d'un certain nombre de lignes.

La première qui sera livrée à l'exploitation est la ligne de Nottoden à Tinoset (46 kilomètres) : elle fonctionnera avec du courant monophasé à 10 000 volts et 15 périodes. Les locomotives A. E. G. auront deux bogies à deux essieux ; chaque essieu sera entraîné par un moteur de 125 chevaux à engrenages. On accouplera deux locomotives pour la remorque des trains lourds.

La deuxième ligne, dont l'électrification est décidée, traverse la Laponie.

La troisième relie Kiruna à Riksgränsen et présente une longueur de 129 kilomètres. Elle sert au transport du minerai de fer, et le trafic y est particulièrement important ; les conditions d'exploitation sont rendues difficiles par la présence d'un tunnel assez long où la voie présente une rampe de 10 p. 1 000 avec des courbes de 500 mètres de rayon. Actuellement, le service est assuré par des convois de 28 wagons remorqués chacun par deux puissantes locomotives à vapeur ; la vitesse maxima ne dépasse pas 40 kilomètres à l'heure en palier et 12 kilomètres à l'heure sur la rampe. Avec la traction électrique, chaque convoi comprendra 40 wagons de minerai et pèsera 2 050 tonnes : la propulsion sera assurée par deux locomotives électriques capables de développer ensemble un effort de traction de 32 000 kilogrammes. La vitesse

ne devra pas être inférieure à 50 kilomètres à l'heure en palier et 30 kilomètres à l'heure en rampe.

On a choisi le système monophasé à 15 000 volts et 15 périodes. L'énergie électrique sera engendrée par une usine hydroélectrique située à 120 kilomètres au sud de Kiruna ; elle sera transmise, sous une tension de 80 000 V., à quatre postes de transformateurs qui alimenteront la ligne de travail.

Les locomotives Siemens-Schuckert seront de deux types. Pour la remorque des trains de marchandises, elles seront formées de deux moitiés invariablement accouplées ensemble : chaque moitié aura trois essieux moteurs entraînés, par bielles et manivelles, par un moteur de 1 000 à 1 200 chevaux placé dans la cabine : une machine complète pèsera 100 tonnes, entièrement utilisées pour l'adhérence (six essieux). Pour le service des voyageurs (200 tonnes), les locomotives auront deux essieux moteurs et deux bogies porteurs : un seul moteur de 1 000 à 1 200 chevaux entraînera les deux essieux par bielles et manivelles : une machine pèsera 70 tonnes et aura une vitesse maxima de 100 kilomètres à l'heure.

Le gouvernement suédois a projeté également d'établir une nouvelle ligne électrique de Gellivare à Porjus (54 kilomètres) : Gellivare est une station de la ligne Lulea-Kiruna-Riksgränsen.

(A suivre)

ACADÉMIE DES SCIENCES

PHYSIQUE

Modifications que subissent les aciers au nickel par l'effet de chauffages prolongées ou sous l'action du temps.
Note de M. CH. ED. GUILLAUME.

L'étude des modifications que subissent les aciers au nickel par l'effet prolongé de températures diverses est intéressante tant pour aider à connaître les transformations qui confèrent à ces alliages leurs singulières propriétés, que pour servir de guide à leur emploi rationnel dans un grand nombre d'opérations de la métrologie pratique.

Les recherches que l'auteur a poursuivies ont porté à la fois sur les dimensions de barres de divers teneurs en nickel et sur les formules de dilatation après des chauffages systématiques ou des repos prolongés.

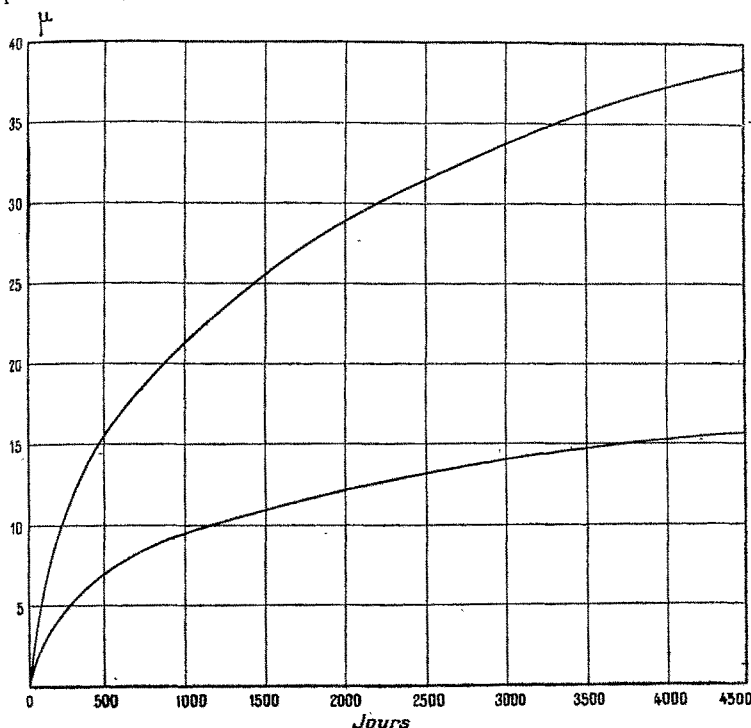
Changements de dimensions. — Les aciers au nickel éprouvent, dans le cours du temps, des variations de volume d'allure exponentielle, positives pour des teneurs comprises entre 28 et 42 % Ni environ, négatives au-delà, jusqu'à une teneur de 70 %, où elles deviennent inappréciables.

Les changements qu'on observe sont dus probablement à la superposition de deux variations de sens contraire, dont l'une ou l'autre est prépondérante suivant la teneur ; vers 42 pour 100, ces variations annulent réciproquement leurs effets.

La chauffe accélère les transformations mises en évidence par les changements de dimensions des barres, et réduit l'amplitude des modifications subséquentes. Le diagramme ci-contre, donné à titre d'exemple, représente, par la courbe supérieure, les variations constatées pendant une durée totale de 4 500 jours sur une barre d'invar (alliage à 35-36 pour 100 Ni) simplement refroidie à l'air à partir du forgeage au rouge, et maintenue ensuite presque constamment au-dessous de 20° ; et par la courbe inférieure, les changements constatés dans une barre semblable, préalablement réchauffée à 150°, et refroidie en 50 jours jusqu'à 40°. D'autres expériences ont montré qu'une barre du même alliage, maintenue en outre pendant quelques semaines à 25°, s'allonge ultérieurement suivant la même courbe, mais en partant du point dont les coordonnées sont 100 jours 3 μ .

Une courbe à très peu près identique a été retrouvée pour des barres trempées ou étirées, et même pour des fils conservés à la

température du laboratoire, après un étuvage de 100° à 25°. En revanche, une température de repos plus élevée a continué l'effet des chauffés antérieurs, et accéléré l'ascension ; c'est ainsi que des fils géodésiques utilisés dans des opérations effectuées dans l'Afrique équatoriale ont été retrouvés, après plusieurs années, allongés de trois ou quatre millionnièmes de leur valeur par rapport à ce que la courbe eût conduit à prévoir.



Changements, en microns par mètre, de l'invar dans le cours du temps.
Courbe supérieure : barre forgée et non traitée.
Courbe inférieure : barre forgée et étuvée de 150° à 40°.

Les nombres suivants se rapportent à d'autres alliages, maintenus d'abord à 100° jusqu'à ce que le changement de leur longueur fût devenu inappréciable :

Nichel pour 100.	A 100°.		Température ambiante.	
	Durée en heures.	Variation pour 1 m.	Durée en jours.	Variation pour 1 m.
44,2	66	— 2,6	2 000	— 0,4
56,2	130	— 8,8	4 000	— 1,1
			2 000	— 2,5

Les données qui précèdent conduisent, au point de vue métrologique, à quelques règles d'action évidentes : nécessité d'étuvage de la plupart des aciers au nickel employés dans la construction des instruments de précision ; possibilité de calculer par extrapolation, pendant une durée de plusieurs années, la valeur d'un étalon d'invar maintenu entre certaines limites de température ; nécessité de déterminer de nouveau sa valeur, si elle doit être connue au millionième près, lorsqu'un étalon a subi l'action prolongée de températures anormales, etc.

Parmi les alliages dont il vient d'être question, celui à 42 % Ni est utilisé pour la construction d'étalons de référence, en raison de sa stabilité et de sa faible oxydabilité, associées à une dilatabilité encore basse, sensiblement inférieure à celle du platine ; celui à 56 pour 100, parce que son égalité de dilatation avec l'acier permet d'éviter les corrections de dilatation, par son application aux machines à mesurer industrielles employées à la détermination des pièces d'acier.

Considérées au point de vue général, ces données permettent d'affirmer qu'une chauffe prolongée à 100° place ces alliages dans un même état d'équilibre physico-chimique, quel qu'ait été leur traitement antérieur.

Dilatations. — Les traitements thermiques ou mécaniques modifient la dilatabilité des aciers au nickel ; la plupart d'entre eux sont même assez sensibles à ces traitements pour que le refroidissement lent opéré en même temps que celui du four à recuire relève nettement la dilatabilité d'une barre préalablement déterminée après refroidissement à l'air, à partir du rouge cerise.

L'auteur publie un Tableau qui résume les plus caractéristiques parmi les expériences spéciales faites en vue de connaître les variations des barres forgées à chaud.

L'examen des nombres de ce tableau montre que l'étuvage ou le simple repos à la température ambiante relève la dilatation de l'invar forgé ou trempé ; les modifications sont très petites, et d'ailleurs variables avec les traitements. Après des chauffés très prolongés, le changement a pu atteindre 0,1 par mètre et par degré.

Les dilatations déterminées après un repos de onze ans succédant à un étuvage très poussé, ont été retrouvées sans changement appréciable.

Au point de vue général, on devra rapporter les relèvements des dilatations non point aux valeurs de ces dernières, mais à celle des anomalies, c'est-à-dire aux écarts entre les dilatations réelles et celles que donnerait la loi des mélanges ; cette anomalie est, pour l'invar, de 104,5 par degré et par mètre environ. Les plus grands changements trouvés pour cet alliage seraient donc de l'ordre du centième de l'anomalie ; les transformations qui sont la cause de cette dernière seraient ainsi très peu modifiées par l'étuvage ou un long repos à la température ambiante.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Les accidents dus à l'électricité

Devant la fréquence croissante des accidents causés par l'électricité, une commission officielle a été nommée, en France, pour étudier la question à fond. Le Dr Weiss vient d'en faire connaître les conclusions, dans une séance de la Société Internationale des Electriciens.

L'accident électrique, dit-il, est encore paradoxal et déconcertant ; un individu en contact avec un courant de faible tension peut être tué et l'on ne trouve rien à l'autopsie ; il y a des cas, au contraire, où des tensions élevées produisent un délabrement considérable (amputation des membres ou des deux jambes), mais l'individu demeure vivant. Pour jeter quelque lumière sur la question, il était nécessaire d'expérimenter directement ; M. Weiss a choisi le chien comme sujet d'étude. Les expériences ont été faites avec du courant alternatif et du courant continu. Il semble en résulter que, contrairement à ce que l'on pourrait croire *a priori*, ce ne sont pas les distributions à basse tension qui sont les moins dangereuses. En tout cas, la gravité des accidents dépend du trajet du fluide à l'intérieur du corps.

Courant alternatif (fréquence 42). — Le courant allait d'une patte antérieure à une patte postérieure, le cœur étant sur le trajet du courant. Avec 100 volts (116 milliampères), on obtint la mort par arrêt du cœur au bout de 14 secondes. Avec 140 volts (1,5 ampère), la mort se produisit également par arrêt du cœur ; mais avec 4 600 volts (7 ampères), le cœur ne s'arrêta pas, même après que l'on eut fait passer le courant plusieurs fois ; seul le feu, qui avait pris aux points d'application des électrodes, entraîna l'amputation de l'animal, mais ce dernier restait encore vivant ; on le mit alors sous 110 volts et il mourut aussitôt. Avec 4 500 volts, mais en mettant en série une résistance de 90 000 ohms de façon à réduire le courant à 45 milliampères, la respiration s'arrêta à chaque établissement de courant, mais elle reprit ensuite ; en diminuant la résistance jusqu'à obtenir 90 milliampères, le chien mourut.

Donc, un chien meurt s'il est traversé par un courant de 70 à 80 milliampères, quand le cœur est dans le trajet ; mais si le courant devient trop intense, il n'y a plus d'arrêt du cœur. Avec 45 milliampères, le chien est tétanisé, tous les muscles sont contractés ; il meurt asphyxié par arrêt de la respiration au bout de cinq à six minutes ; mais si on le détache auparavant, il continue à vivre, tandis que dans le cas d'arrêt du cœur on ne peut le

ramener à la vie. En appliquant 1 080 volts (400 milliampères) entre le dessus de la tête et le menton, la respiration s'arrête, mais le cœur bat ; l'animal ne meurt pas. Si l'une des électrodes passe du menton à la patte, l'animal est tué immédiatement.

Quels sont les enseignements qui se dégagent de ces faits ? Pour l'homme, la résistance du corps, dans le cas de très bons contacts (mains dans les cristalliseurs) est de 12 000 à 15 000 ohms. Avec une distribution de 110 volts l'intensité du courant qui traverserait le corps serait de 70 à 90 milliampères, ce courant est dangereux. Fort heureusement, il est extrêmement rare de réaliser un bon contact, et la résistance du corps humain est bien plus considérable que ce que nous venons d'indiquer. Aussi a-t-on pu admettre que les distributions au-dessous de 110 volts ne sont pas dangereuses.

Courant continu. — Il se comporte comme l'alternatif, mais il faut un courant environ quatre fois plus grand pour obtenir le même résultat. De plus, quand le courant continu passe dans le muscle, il produit dans tout le trajet des altérations que ne produit pas le courant alternatif ; l'une des pattes d'une grenouille soumise à n excitations de même sens présente (la grenouille remise dans l'aquarium) une atrophie musculaire progressive que rien ne peut réparer, alors que l'autre patte, soumise à 2 n excitations alternatives, va très bien.

Comme conclusions, la commission recommande au public non professionnel de ne jamais toucher aux appareils, ni aux fils électriques hors des appartements. Pour les professionnels, elle répartit les distributions électriques en deux catégories :

Tension inférieure à 150 volts en alternatif ou à 600 volts en continu ; il est facile de se préserver de tout accident en s'enveloppant les mains avec un linge ou en montant sur un tabouret et en se servant d'une seule main.

Pour les tensions au-dessus de 600 volts, on recommande de s'isoler du côté du courant ou du côté de la terre, et de préférence des deux côtés, en employant une seule main. Au-dessus de 10 000 volts, la précaution la meilleure est de couper le courant.

La commission a demandé en outre que l'on fasse l'éducation du public et en particulier des enfants dans les écoles, et qu'une commission permanente étudie chaque accident qui lui sera signalé.

Electro.

REVUE DES PÉRIODIQUES ÉTRANGERS

Coefficient de variation avec la température de la résistance du cuivre. *Comptes-rendus de l'American Institute of Electrical Engineers*, décembre 1910.

Des essais récents effectués au Bureau of Standards, confirment les résultats obtenus par Matthiessen et Van Bosc en 1862, et vérifiés ensuite par Clark, Ford et Taylor, en 1899, à savoir que la conductibilité et le coefficient de température des échantillons de cuivre, sont proportionnels l'un à l'autre, et dépendent tous deux du degré de pureté du métal.

Le chiffre moyen indiqué pour l'augmentation de la résistivité par degré d'élévation de température est 0,00681 microhm.

Transformateur pour essais fournissant une tension de 400 000 volts. *Electrical World*, 26 janvier 1911, pp. 252-253.

Description, illustrée de figures, d'un transformateur de 250 kv devant fournir 400 000 volts 60 c/s construit par la General Electric Co, pour essayer des isolateurs et tubes isolants. Le primaire est bobiné pour 2 300 volts, et divisé en 2 bobines dont les extrémités sont connectées à un commutateur permettant de les grouper en série ou en parallèle, de sorte qu'avec une tension primaire appliquée de 2 300 volts, on recueille 200 000 ou 400 000 volts au secondaire. Le transformateur est d'ailleurs capable de fonctionner à une tension beaucoup plus haute, car il a supporté pendant 30 minutes un essai à la tension de 650 000 volts, ceci

avant son embarquement. Les points milieux de l'enroulement primaire et de l'enroulement secondaire sont mis à la terre d'une façon permanente. Des dispositions sont prises pour modifier cette mise à la terre quand on passe du couplage série au couplage parallèle.

L'enroulement basse tension est placé directement sur la carcasse, et est entouré par l'enroulement à haute tension, composé d'un grand nombre de bobines individuellement isolées. Les bobines sont imprégnées d'isolant « compound ». L'enroulement haute tension est sur porcelaine. Entre l'enroulement haute et basse tension est une isolation en forme de cylindre, avec colle-rectes aux extrémités.

Le transformateur est à huile.

L'appareil complet a une hauteur totale de 5^m10, mesure en plan 1^m70 x 3^m04 et pèse 9 000 kilogs. Il contient 10 000 litres d'huile. Les pertes dans le fer sont de 8 400 watts ; et les pertes dans le cuivre à pleine charge, 1 270 watts, de sorte que le rendement pour la pleine charge de 250 kw. est de 96,3 %. On observera que les pertes dans le cuivre représentent seulement 0,51 % (1). La chute de tension atteint 5,4 %. Le courant à vide est de 0,0718 du courant de pleine charge.

Influence de la température sur les pertes par hystérésis de l'acier en feuilles. M. LAREN, *Comptes-rendus de l'American Institute*, avril 1911.

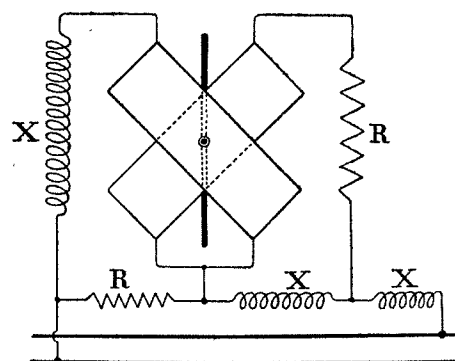
La méthode de mesure employée est une modification de la méthode basée sur l'emploi de deux fréquences. On mesure chaque fois l'ensemble des pertes par hystérésis et par courants parasites ; (l'emploi de deux fréquences permet de faire la séparation). Les deux fréquences auxquelles on a eu recours sont 25 et 60.

Les pertes déterminées sont données sous forme de tableaux et de courbes. Elles croissent d'autant plus rapidement en fonction de l'induction B que la température est plus élevée ; et à induction B constante, elles diminuent à mesure que la température augmente pour arriver à 0 quand on atteint la température qui correspond à la perméabilité nulle.

Fréquencemètre de tableau Weston. *Electrical World*, 11 mai 1911, pp. 1182-1183.

C'est un instrument à fer doux, consistant en une aiguille en fer montée dans un champ magnétique produit par deux bobines plates rectangulaires, dont les plans sont perpendiculaires l'un à l'autre (Voir figure ci-dessous).

Le fonctionnement est basé sur le système du pont de Wheatstone avec résistances et réactances.



X bobines de réactance.

R résistances non inductives.

réactances.

Une des bobines est connectée en série, avec une résistance non inductive, l'autre avec une bobine de réactance. Une réactance est mise en parallèle avec le premier système, une résistance avec le second. Afin d'éliminer les harmoniques, et de rendre l'appareil indépendant des déformations de l'onde, l'ensemble du dispositif,

formant pont, est connecté en série avec une bobine de réactance.

Les constantes des deux circuits sont établies de façon à ce qu'il circule des intensités égales dans les deux bobines, pour une fréquence déterminée. Le pont est alors en équilibre et l'aiguille se place symétriquement par rapport aux deux bobines. Si la fréquence se modifie, l'orientation de l'aiguille change et celle-ci dévie à droite ou à gauche de la position sus-indiquée suivant que le nombre de périodes augmente ou décroît.

(1) Ces chiffres sont très faibles et doivent être acceptés sous réserves.

L'appareil est construit par la C^o Weston et est établi pour fonctionner normalement sous 110-125 volts ; mais la tension peut varier de 75 à 150 volts sans que l'erreur dépasse 1,5 %.

Démarrage automatique pour les moteurs à courant continu. A. C. EASTWOOD, *Comptes-rendus de l'American Institute of Electrical Engineers*, juillet 1911, pp. 1563-4 81.

Avec les rhéostats de démarrage manœuvrés à la main, la vitesse de manœuvre est laissée entièrement à la discrétion de l'opérateur et il en résulte souvent des dommages pour l'appareil de démarrage ou pour le moteur. Si le moteur est susceptible de deux sens de marche, les conditions sont encore plus défavorables, car si les connexions sont inversées pendant la rotation, la F.C.E.M. du récepteur vient s'ajouter à celle de la source. Les démarreurs automatiques actuellement en usage peuvent se diviser en 3 classes :

1^o Démarreurs à temps déterminé. — La résistance de démarrage est mise hors circuit au bout d'un temps déterminé, sans qu'il soit tenu aucun compte des variations de couple.

2^o Démarreurs basés sur la variation de la F.C.E.M. — La résistance de démarrage est mise hors circuit par le moyen d'électros placés sous la dépendance de la F.C.E.M. du moteur. L'action de tels appareils est contrariée par les variations de tension qui peuvent se produire sur la ligne.

3^o Démarreurs basés sur l'intensité. — La mise hors-circuit des résistances est gouvernée par l'intensité dans le moteur. Un certain nombre d'électros bobinés en dérivation commandent des interrupteurs court-circuitant les résistances. Ces électros sont commandés par des relais-série actionnés par conséquent par le courant principal. Les appareils de ce type sont en général assez compliqués.

L'auteur décrit un nouveau modèle pour lequel il revendique l'avantage d'une plus grande simplicité, les électros de commande étant bobinés en série et connectés en série avec l'induit qu'il s'agit de commander. La particularité spéciale des électros consiste en ce que, si l'intensité est inférieure à une certaine valeur, l'interrupteur se mettra immédiatement à la position fermeture, tandis qu'il restera ouvert tant que l'intensité dépassera la limite fixée. Une description détaillée avec figures est fournie dans le mémoire.

Voiture de tramway pourvue d'un accumulateur Edison. R. H. BEACH, *Electric Railway Journal*, 1^{er} juillet 1911, pp. 43-45.

L'article résume une communication présentée à l'assemblée de la « Street Railway Association » de l'Etat de New-York, tenue à Cooperstown, en juin 1911. Après avoir donné une rapide description de l'accumulateur Edison, l'auteur décrit avec détails deux voitures de tramways équipées avec des éléments Edison.

La voiture de Washington parcourt une ligne longue de 4 miles (6 436 mètres) en 16 minutes. Il y a un stationnement de 3 minutes aux points terminus. La batterie est rechargée à cinq fois son régime normal, pendant la durée des stationnements et ceci à chaque extrémité de ligne. Aucune autre charge supplémentaire n'est donnée ; la voiture parcourt journalièrement 204 miles (soit 328 kilomètres).

Une autre voiture exploitée à Concord, parcourt journalièrement 29 miles (159 kilomètres). La recharge est opérée 20 fois par jour, et pendant 10 minutes, à l'un et l'autre terminus, la durée totale journalière de charge est donc de 3 heures 20 minutes.

Des mesures toutes spéciales ont été prises en vue d'alléger le véhicule. Le poids de la batterie correspond à 27,2 kilog. par voyageur. Les roues sont montées folles sur les essieux⁽¹⁾ ; il s'ensuit une économie considérable sous le rapport des frottements. La commande des roues motrices a lieu par chaîne, et ce système donne des résultats très satisfaisants et paraît nettement préférable

⁽¹⁾ On tend de plus en plus, quand il est possible, à adopter le dispositif de roues folles qui facilite l'inscription en courbes en n'assujettissant pas les deux roues montées sur un même essieu à la même vitesse angulaire.

à la commande ordinaire par pignon et engrenage. L'énergie consommée est très faible et se monte à 60 watt-heures par tonne-mile (37,5 watts par tonne-kilomètre).

On ne spécifie pas si ce chiffre correspond à l'énergie fournie à la batterie ou recueillie aux bornes de celle-ci.

Une voiture à bogie encore en essais, pesant y compris les voyageurs 16,53 tonnes, réalisant une vitesse maxima de 40 kilomètres à l'heure et une vitesse commerciale de 28 kil. 5, accuse une dépense d'énergie de 49,63 watts-heures par tonne-mile (31 watts-heures par tonne-kilomètre).

P. BOURGUIGNON,
Chef de Travaux à l'Ecole Supérieure d'Electricité.

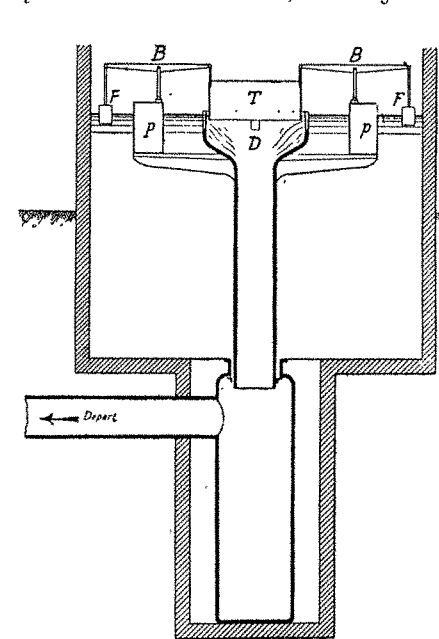
NOTES ET INFORMATIONS

Chambre de mise en charge à distribution automatique

Le *Bulletin Technique de la Suisse Romande* a publié sur l'usine de la « Société Romande d'Electricité » à Sonzier-sur-Montreux une notice où nous relevons la description de l'ingénieux dispositif suivant :

Cette usine est desservie par les eaux de source du Pays-d'Enhaut qui alimentent ensuite la ville de Lausanne. Les sources, captées par des galeries et des syphons en tôle, sont amenées au réservoir de mise en charge. Ce réservoir est conjugué avec celui de réception à l'usine de Sonzier de façon à permettre une production intermittente de la force motrice en même temps qu'une alimentation régulière et continue de la ville de Lausanne.

Ce réservoir a 3 000 m³ de capacité. Il est constitué par deux cylindres en béton armé, de 21^m9 de diamètre et 4 m. de hauteur,



jumelés par un réservoir cylindrique auxiliaire, dans lequel est logé l'appareil de départ, assurant pour Lausanne un débit constant, quel que soit le niveau de l'eau dans le réservoir. Cet appareil, fourni par les usines Louis de Roll, consiste en un flotteur annulaire relié à un déversoir circulaire par lequel s'écoule l'eau à destination de Lausanne. La figure ci-jointe représente schématiquement cette installation.

On voit que le flotteur D, en suivant les fluctuations du niveau de l'eau, maintient l'arête du déversoir toujours à la même profondeur au-dessous de la surface liquide et, par là même, on obtient la constance du débit. En réalité, à cause de la résistance du cuir qui fait joint au pied de la colonne déversoir, il n'en est pas tout à fait ainsi. Quand le niveau de l'eau monte dans le réservoir, le flotteur doit se soulever et entraîner le déversoir avec lui. Or, cela ne peut avoir lieu que si l'immersion du flotteur s'est accrue d'une quantité suffisante pour vaincre les frottements. Mais alors la hauteur de la lame déversante s'accroît d'autant ainsi que le débit. Inversement quand le niveau de l'eau du réservoir s'abaisse, l'épaisseur de la lame déversante diminue puisque l'immersion du flotteur doit diminuer pour qu'il soit capable de vaincre les frottements du cuir et de suivre la descente du niveau.

Au début de la mise en marche de cet appareil, l'eau déborde sur tout le pourtour circulaire du déversoir et, par conséquent, en lame mince. Aussi, dès que le flotteur avait à vaincre la ré-

sistance du cuir pour faire monter ou pour faire descendre le déversoir, l'épaisseur de la lame d'eau s'augmentait ou se diminuait dans une mesure proportionnellement fort grande. Une première amélioration consista à obturer la plus grande partie du déversoir, sauf en quatre points régulièrement distribués tout autour du cercle. L'épaisseur normale de la lame déversante devint beaucoup plus grande et, pour une même variation de l'enfoncement du flotteur dans la nappe liquide, la variation du débit fut beaucoup plus petite.

Ce n'était pas encore assez. Une ingénieuse adjonction amena une correction presque complète et, en tout cas, suffisante de la défectuosité qui restait encore. Une tôle cylindrique T, placée à l'intérieur de la vasque de départ, obture partiellement les 4 déversoirs restants. Cette tôle est suspendue par 4 tringles à 4 balanciers B reposant par couteaux sur les pièces p qui sont elles-mêmes reliées par des bras au flotteur principal D, et 4 flotteurs auxiliaires F agissant à l'autre extrémité des balanciers équilibrent le poids de la tôle. L'immersion des flotteurs auxiliaires est, pour ainsi dire, constante, car les frottements, qui naissent dans les couteaux des balanciers ou dans la tôle obturatrice qui n'a pas de contacts métalliques, sont, pour ainsi dire, nuls. Il en résulte que, quand le niveau du réservoir baisse, les petits flotteurs auxiliaires baissent aussi d'autant, tandis que le grand flotteur, par les divers frottements, reste un peu en arrière, en sorte que, d'une part, la lame déversante diminue de hauteur totale, mais, d'autre part, le mouvement antagoniste, transmis par les balanciers, relève la tôle et agrandit l'orifice laissé libre devant chaque déversoir, ce qui contrebalance la diminution de hauteur totale de la lame d'eau arrivante et maintient la fixité du débit.

Traitement électrolytique des minerais de cuivre

Engineering and mining Journal donne les renseignements suivants sur le procédé WILSON GREENAWALT.

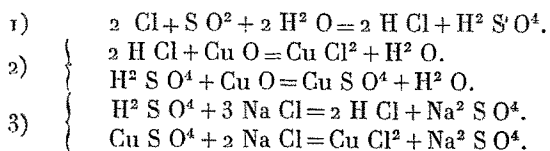
Le procédé électrolytique Wilson Greenawalt pour le traitement du cuivre permet de séparer ce métal du minerai en le dissolvant à l'aide d'une solution de chlorure de sodium et d'acide sulfureux, puis à le précipiter au moyen de l'anhydride sulfureux qui, en s'oxydant, fait passer la solution de chlorure cuivrique à l'état de chlorure cuivreux.

On commence par broyer le minerai à l'aide de broyeurs appropriés, puis on l'introduit dans des bassins de lixiviation contenant du chlore et de l'acide sulfureux combinés.

Il s'y passe alors trois réactions caractéristiques :

- 1° Formation d'acides chlorhydrique et sulfurique ;
- 2° Les acides dissolvent le cuivre en produisant du chlorure de cuivre et du sulfate cuivrique ;
- 3° L'acide sulfurique et le sulfate de cuivre agissent sur le chlorure de sodium pour donner de l'acide chlorhydrique, du chlorure de cuivre et du sulfate de sodium.

Ces trois réactions sont traduites par les formules suivantes :



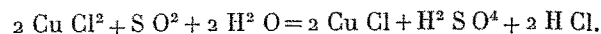
Mais à son tour le chlorure cuivrique attaque l'argent contenu dans le minerai pour donner du chlorure d'argent, et il se forme du chlorure cuivreux selon la formule :



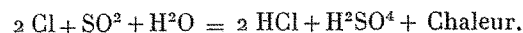
On arrive de cette manière à obtenir de 80 à 90 % de l'argent, contenu et on facilitera l'opération en faisant subir au minerai un grillage chlorurant préalable. Si la teneur du minerai en argent est forte on lixiviera avec une solution concentrée de chlorures alcalins.

On fait passer ensuite la solution de chlorure cuivrique dans des bacs à électrolyse où on la sature d'acide sulfureux provenant des fours de grillage. L'acide sulfureux s'empare de l'oxygène du

chlorure cuivrique pour former de l'acide sulfurique et du chlorure cuivreux d'après la formule :



Ce procédé présente l'avantage d'être économique, la consommation d'énergie électrique étant réduite, et d'autre part, il permet de régénérer l'acide sulfurique. En même temps le chlore dégagé par la décomposition du chlorure cuivreux et sous l'action du courant électrique réagit avec l'acide sulfureux et donne :



Il s'établit de la sorte une force électromotrice qui a pour effet de réduire la consommation. Comme le dépôt se fait en solution chlorhydrique, on a fait usage, pour cette opération, d'anodes insolubles en charbon.

On arrive ainsi à régénérer, par kilogramme de cuivre déposé, 2,8 kg. d'acide. La solution acide est employée à la lixiviation d'une nouvelle quantité de minerai ; une partie de l'acide dissout le cuivre et le restant se combine aux autres éléments, notamment à la chaux pour produire du sulfate de chaux qui reste dans les bacs. Les oxydes alcalins et terreux se combinent avec l'acide sulfurique, tandis que l'acide chlorhydrique attaque les métaux à recueillir et est régénéré en cours de réaction.

Lorsque le minerai contient de l'or on ajoute à la solution du chlorure, obtenu par l'électrolyse, de la solution de sel, et le chlore est ensuite transformé en chlorure alcalisé. Théoriquement, on ne devrait pas perdre du chlore, mais pratiquement la perte de sel marin atteint le 1/8 du poids de cuivre précipité ; de même on évalue de 1/4 à 1/2 du poids de cuivre précipité la dépense en soufre provenant des minerais grillés avant le traitement.

Au bout d'un certain temps, la solution se charge d'impuretés telles que le bismuth, l'arsenic et l'antimoine. Pour les éliminer, on traite la liqueur acide par l'hydrogène sulfuré ou par la soude qui précipite ces corps.

Le cuivre obtenu par ce procédé est très pur, contenant à peine 1/100 d'impuretés et affecte la forme de grains qui n'adhèrent point aux cathodes. Après les avoir rassemblés on les lave et on les fond en lingots.

Le traitement d'un minerai carbonaté à 13 % de cuivre et 200 gr. d'argent par tonne a fourni 98 % du cuivre et 85 % de l'argent.

Certains minerais de cuivre comme ceux du Nouveau-Mexique ont donné, malgré leur teneur inférieure (10,2 %), plus de 98 % de cuivre.

L'installation complète, pouvant traiter 100 t. de minerai a coûté 750.000 fr.

Le prix du traitement d'une tonne de minerai à 5 % de cuivre se décompose de la manière suivante :

Broyage du minerai.....	1,00 fr.
Grillage	3,75
Lixiviation	0,75
Electrolyse (énergie non comprise).....	1,25
Force motrice (120 kw.).....	2,90
Réparations	0,50
Fusion et coulée des lingots.....	0,25
Direction et frais généraux.....	0,50
Amortissement et intérêt.....	2,65
Total.....	13,55 fr.

Ce qui porte le prix de la fabrication du kilogramme de cuivre à 0,27 fr. en tenant compte de l'extraction de l'or, de l'argent et du plomb contenus dans le minerai.

Appareil de protection en cas de rupture d'une ligne aérienne (système Giraud)

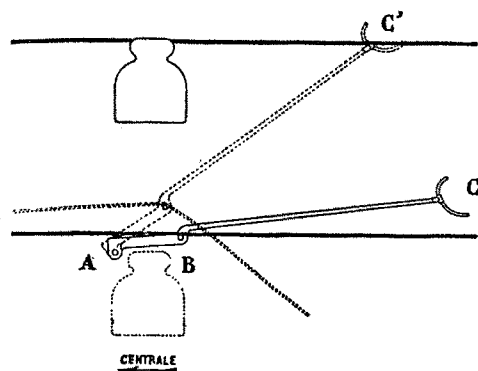
M. C. GUTTON, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, fait, dans le *Bulletin de la Société Industrielle de l'Est*, l'intéressant exposé suivant :

A la suite d'accidents très nombreux, on s'est beaucoup occupé, depuis quelque temps, d'appareils destinés à protéger contre les

dangers qui résultent de la rupture d'une ligne électrique aérienne et de sa chute sur le sol ou sur d'autres conducteurs. L'accident d'Olginate, en Italie, dû au contact de fils à haute et à basse tension, a notamment coûté la vie à plus de 20 personnes. C'est pourquoi, à l'Exposition actuelle de Turin, un concours d'appareils destinés à assurer la mise hors circuit d'une ligne lors de sa rupture a été organisé.

Le système Giraud, exploité depuis quelques années par la Société Apicea (Appareils pour la protection instantanée des conducteurs électriques aériens), résout la question d'une façon simple.

L'appareil de protection met la ligne en court-circuit dès sa rupture ; l'excès de courant qui en résulte fait fonctionner le disjoncteur automatique et les fusibles de la Centrale ou de la section, ce qui supprime le courant sur les câbles.



Soit une ligne aérienne, dont cette figure représente deux des fils. La ligne centrale est supposée du côté gauche. Sur l'isolateur on fixe, par un collier, un levier AC mobile autour du point A. On fixe le câble en B à ce levier ; à cet effet, on le serre entre les mâchoires d'une pince ; celles-ci sont légèrement

cintrées de façon à immobiliser parfaitement le câble, sans nécessiter un serrage qui l'altérerait. Le conducteur vient-il à se rompre au-delà de cet appareil : l'effort de tension fait basculer le levier, la fourche qui le termine atteint l'autre fil et met la ligne en court-circuit. Le disjoncteur de la centrale ou de la section fonctionne aussitôt et coupe le courant.

A cause de la grandeur considérable de l'effort de tension, le mouvement du levier est très rapide ; la mise en court-circuit est instantanément et très franchement réalisée. Les essais faits sur divers réseaux ont montré que le courant est supprimé bien avant que la chute du conducteur coupé l'amène au contact du sol ou à portée de la main.

Le conducteur supérieur de la ligne est protégé par un appareil analogue disposé de façon à fonctionner vers le bas. Il en existe aussi dont le levier se déplace horizontalement ou obliquement. Sur les lignes triphasées, l'une des phases est mise en court-circuit lors d'une rupture de fil.

Afin d'éviter, lorsque le vent agite les conducteurs, un trop grand balancement du levier, la partie AB repose dans une gouttière placée au-dessus de l'isolateur. L'appareil est entièrement en bronze.

Un poteau sur trois porte des appareils Giraud, il est évidemment nécessaire de ne pas arrêter complètement le conducteur sur les isolateurs intermédiaires : on le maintient dans la gorge supérieure par une bride qui n'empêche pas le déplacement longitudinal nécessaire au fonctionnement du levier.

Dans le cas rare d'ailleurs de lignes bouclées, il existe des appareils doubles fonctionnant dans les deux sens.

Le prix de revient est, suivant la grosseur des isolateurs, de 400 à 500 francs par kilomètre pour une ligne triphasée. Une partie de la dépense est compensée par l'abaissement du tarif d'assurance contre les accidents qui peut atteindre 50 % dans les installations munies du système de la Société Apicea.

Voici, afin de permettre la comparaison, les autres systèmes employés jusqu'ici.

La rampe de garde est une ferrure fixée au poteau et reliée à la terre ; le filet est un système de protection du même genre. Lors d'une rupture, le câble vient les toucher et est mis à la terre. Leur inconvénient est le manque de sécurité qui vient de ce que la prise de terre est très souvent imparfaite, de sorte que le conducteur reste dangereux. Il peut aussi arriver que le contact avec le dispositif de protection ne se produise pas.

Le système italien consiste à doubler la ligne et à réunir les deux fils par une ligature tous les 1^m,50. Si un seul fil casse, il ne peut tomber jusqu'au sol. Il arrive cependant fréquemment que les deux fils se rompent ; à cause de l'inégalité des tensions, le second reçoit, en effet, un choc violent. Il est à remarquer de plus que rien n'avertit la centrale de la première rupture.

Dans le système catenaire, on supporte par des pendules et des isolateurs le conducteur à un câble d'acier. On reste encore exposé à une rupture de ce câble.

Le système Siemens emploie un relai branché sur un transformateur spécial. Il coupe la ligne lors d'une rupture. Il a l'inconvénient de fonctionner avec un retard sensible. Souvent aussi, il coupe une ligne triphasée lors d'un déséquilibre sans qu'il se soit produit aucun accident ; le personnel de l'usine, dérangé inutilement, a alors des tendances à caler l'appareil de protection.

Sur tous ces procédés, le système Giraud semble présenter de très réels avantages et assurer, si le montage en est bien fait et le fonctionnement vérifié, une sécurité complète.

L'interruption de service lors d'une rupture est de courte durée puisque, dès que le conducteur est réparé, l'appareil se trouve à même de fonctionner à nouveau. De nombreux essais ont démontré son utilité ; il a été préconisé et recommandé par de nombreux ingénieurs, par la Commission supérieure d'électricité au ministère des Travaux publics, le Waterstaat hollandais, l'Association Montefiore, des associations de propriétaires d'appareils électriques, etc.

Il est essentiel toutefois de remarquer que l'emploi du système Giraud suppose des disjoncteurs très sûrs, dans le cas contraire il serait sans efficacité.

Parmi les installations les plus anciennes est celle de Villelongue (Hautes-Pyrénées). Citons le cas de la traversée de la Meuse à Abhooz sur une portée de 220 mètres ; les conditions de sécurité devaient être assurées d'une façon parfaite, car les conducteurs électriques étaient fixés sur les pylônes d'un transporteur aérien ; on y a employé le système Giraud, qui paraît aussi très favorable à la traversée sans danger des routes, des voies ferrées et des canaux. Il peut faciliter encore les passages au-dessus des lignes télégraphiques ou téléphoniques.

Son application aux lignes de chemins de fer et de tramways à long parcours est intéressante. Ces lignes sont le plus souvent installées sur des plates-formes accessibles au public, et le transit qu'elles sont appelées à assurer ne peut jamais donner un rendement kilométrique comparable à celui des tramways urbains. A cause de la longueur du parcours et de l'économie nécessaire de l'installation, on est souvent obligé d'avoir recours à la traction monophasée à haute tension. Les causes de rupture du fil de travail d'une ligne de tramways étant fréquentes, une protection contre les dangers qu'elles présentent est alors nécessaire. Le conducteur de la ligne est unique puisque le retour est assuré par les rails eux-mêmes, l'appareil Giraud un peu modifié réunit le fil de travail à un morceau de fil de cuivre que l'on installe sur la potence de soutien du conducteur et que l'on met en bonne communication métallique avec le rail.

Des essais ont été faits sur les chemins de fer du Sud, près de Grasse, qui ont démontré que le courant était supprimé bien avant que le fil dans sa chute atteigne le toit des voitures.

Une installation est en cours sur la ligne d'essai Perpignan-Verny-les-Bains de la Compagnie du Midi ; la Société Apicea y a été mise en concurrence, pour l'installation des différents tronçons, avec les Sociétés Thomson, Westinghouse, A. E. G., et la Compagnie du Midi elle-même.

On a fait au système Giraud diverses objections : la glace, le givre, en collant le levier peut l'empêcher de fonctionner ; l'oxydation peut aussi rendre l'articulation trop dure. L'expérience a montré que la tension du fil produit un effort assez grand pour que ces inconvénients n'existent pas. A cause d'ailleurs des mouvements continuels de la ligne produits par le vent, la glace se fend à mesure qu'elle se forme, et les surfaces métalliques constamment frottées l'une contre l'autre restent propres.

On a craint aussi que la coupure brusque du courant intense de court-circuit par le disjoncteur ne produise à l'entrée de l'enrou-

lement de l'alternateur ou du transformateur une surtension qui amène la rupture de l'isolement, cet accident serait, surtout à craindre dans les turbo-alternateurs dont les fuites magnétiques sont faibles et le courant de court-circuit intense. Depuis six années environ que des appareils Giraud sont en service sur des installations, utilisant de grands alternateurs, cet inconvénient ne s'est pas produit. Des ruptures de câble, sur l'installation à 15 000 volts, 5 000 chevaux, de la Compagnie Bruxelloise qui utilise des turbo-alternateurs, ont fonctionné jusqu'ici sans dommage pour les machines.

Un roi des montagnes

Un des premiers héros de l'alpinisme fut WHYMPER, qui vient de mourir au cœur même des Alpes qu'il aimait tant, à Chamonix. Whympers était né à Londres en 1840. Son père était graveur sur bois, et ce fut la première carrière du jeune Edouard. Lorsqu'il alla la première fois dans les Alpes, en 1860, c'était pour rapporter une série de dessins des montagnes. Il vint d'abord dans notre Dauphiné et fit partie de l'expédition du professeur Bonney qui se proposait de faire l'ascension du Pelvoux, qu'on croyait alors la plus haute cime des Alpes Dauphinoises. L'entreprise échoua ; mais Whympers, l'année suivante, parvint au sommet du Pelvoux et s'aperçut qu'une autre montagne le dominait. Enhardi par son premier succès, saisi déjà par la passion qui devait posséder toute sa vie, il fit l'ascension de cette nouvelle cime en 1864, et lui donna le nom de Barres des Ecrins.

Chaque année, Whympers s'attache à de nouvelles conquêtes : de 1861 à 1865, il explore le massif du Mont Blanc et monte le premier à l'Aiguille Verte.

Une entreprise devait tenter le jeune alpiniste : la plus belle des montagnes de Suisse, le Cervin, demeurait inaccessible et déjouait tous les efforts des ascensionnistes. Le 14 juillet 1865, Whympers tenta l'ascension de cette montagne ; le récit de cette journée dramatique se trouve dans son livre *Scrambles among the Alps*. La caravane se composait de quatre touristes : le Révérend Charles Hudson, un des alpinistes les plus expérimentés du temps ; deux jeunes gens : M. Hadow, lord Francis Douglas, et trois guides. L'ascension se fit sans difficulté extraordinaire, sauf en un endroit. Le Cervin était conquis, mais il devait se venger et faire payer cher à ses vainqueurs leur triomphe. Sculs, Whympers et deux des guides revinrent vivants, et même le corps de lord F. Douglas ne fut jamais retrouvé.

A partir de ce moment, Whympers tente sans cesse de nouvelles expéditions en de nouvelles contrées : en 1867 et 1872, il va au Groënland. En 1880, il monte deux fois au Chimborazo ; il fait l'ascension du Cotopaxi et d'autres cimes dans les Andes. De 1902 à 1905, il explore les Montagnes Rocheuses.

Whympers laisse de nombreux livres : outre ses *Scrambles among the Alps*, il a écrit : *Travels among the Great Andes and the Equator*, et deux guides : *Chamonix and Mont-Blanc* et *Zermatt and the Matterhorn*.

Whympers sentit venir sa fin ; en arrivant à Chamonix, le 10 septembre dernier, il déclara à tous ses amis que c'était la dernière fois qu'il y venait. Il est mort d'une attaque d'apoplexie.

BIBLIOGRAPHIE

Essais industriels des machines électriques et des groupes électrogènes, par F. LOPPÉ, ingénieur des Arts et Manufactures. Grand in-8° (25 × 16) de 284 pages avec 129 figures. Prix : 8 fr. — Librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris (6°).

Le présent volume est la reproduction des conférences que M. F. Loppé fait depuis plusieurs années à l'Ecole supérieure d'Electricité de Paris.

Comme l'étude des appareils de mesure, des quantités électriques et de la puissance mécanique fait partie d'autres cours professés à la même Ecole, l'auteur ne s'inquiète pas de leur étalonnement

et ne donne que quelques indications relatives aux modes de montage de ces appareils. Par contre, des indications détaillées sont données pour la construction et l'emploi d'appareils nécessaires dans certains cas pour absorber l'énergie électrique.

Des modèles de feuilles à tenir lors des essais, afin de bien coordonner les divers relevés et de pouvoir les utiliser après l'essai, sont donnés à la fin du volume, ainsi que quelques Tables, facilitant les calculs nécessaires.

Le volume se termine par la reproduction des règlements actuellement en vigueur pour les essais des machines et par les conditions à imposer aux constructeurs, adoptés par la Société des Ingénieurs électriciens américains, par la Société électrotechnique allemande et par l'Association française des propriétaires d'appareils à vapeur ; la connaissance des prescriptions de ces divers règlements pouvant être très utile pour la rédaction de cahiers des charges lors de la commande de machines électriques et pour la réception de ces dernières.

Leçons d'électricité, par E. CARVALLO, docteur es-sciences, agrégé de l'Université, examinateur à l'Ecole Polytechnique, professeur à l'Ecole pratique d'électricité industrielle. Un volume in-8°, contenant 203 figures dans le texte, relié : 10 fr. — Béranger, éditeur, 15, rue des Saints-Pères, Paris.

Le but de ce livre est de répandre une méthode d'enseignement qui paraît devoir être celle de l'avenir.

Rejetant les hypothèses fausses, les comparaisons risquées et les points de vue contradictoires de la méthode historique, elle cherche la clarté dans une exposition bien ordonnée des lois expérimentales et dans leur identification avec les lois de la mécanique.

Comme dans son livre de la collection *Scientia*, l'auteur s'est inspiré de Maxwell ; il s'est efforcé d'élaguer les difficultés mathématiques, sans rien sacrifier toutefois de la précision et de la logique. Les personnes à qui ce livre s'adresse sont supposées connaître seulement les élémentaires avec des compléments sur les premières notions du calcul différentiel et intégral, mais l'ambition de l'auteur est de les conduire aux limites utiles de la science électrique moderne.

L'Ecole où il professe ces leçons possédant des cours spéciaux pour les applications techniques, il a pu laisser à ces cours les développements qui risqueraient de disséminer l'attention. Il a retenu seulement les matières propres à son objet qui est de faire comprendre l'électricité.

LIVRES NOUVEAUX EN FRANCE ET A L'ETRANGER

- Les lampes électriques*, par H. PÉCHEUX, prof. à l'Ecole d'Arts et Métiers d'Aix. In-8°, avec fig. Br. 2 fr. 50 ; Cart. 3 »
- Formulaire de l'ouvrier mécanicien, électricien, automobiliste, constructeur, aviateur, etc.*, par H. DE GRAFFIGNY, ingénieur. In-16, avec figures. Cart. 4 50
- Le ciment armé et ses applications*, par A. MOREL, ingén., 2° édit. In-8°, avec fig. Br. 2 fr. 50 ; Cart. 3 »
- Cours d'analyse mathématique*, par Ed. GOURSAT, prof. à la Faculté des Sciences de Paris. 2° édit. Tome II : *Fonctions analytiques, équations différentielles*. In-8°, avec fig. 20 »
- Traité de mécanique rationnelle*, par P. APPELL, membre de l'Institut. Tome II : *Dynamique des systèmes, mécanique analytique*. In-8°, avec figures. 20 »
- Description géométrique des Alpes françaises*, par P. HELBRONNER, lauréat de l'Institut. Tome I : *Chaîne méridionale de Savoie*. In-8°, avec fig. et pl. 75 »
- Cours d'économie politique*, par C. COLSON insp. gén. des Ponts et Chaussées. Livre VI : *Les travaux publics et les transports*. 2° édition. In-8° 6 »

Nos lecteurs pourront se procurer tous ces volumes à la Librairie Jules REY, Grenoble.

L'Imprimeur-Gérant : P. LEGENDRE

Imprimerie PAUL LEGENDRE et Cie, 14, rue Bellecordière, Lyon.