

n'avait été ni obtenue, ni même demandé, la licence concédée pour l'exploitation de ce brevet n'a pas cessé en fait de produire effet, que s'ils ont versé des redevances s'élevant à 12 950 francs, H... et C^{ie} ont donc joui jusqu'en 1905, comme si l'annuité de 1903 n'avait pas été payée, d'un monopole de fait qui leur a permis de vendre le produit P... dans des conditions aussi avantageuses et de réaliser des bénéfices.

« Qu'à raison de cette jouissance du brevet, on ne saurait ordonner la restitution par P... à H... et C^{ie} des sommes régulièrement reçues.

« En ce qui concerne les dommages-intérêts :

« Attendu que la licence du brevet P... a été consentie à H... et C^{ie} pour la durée du brevet, c'est-à-dire pour 15 ans, à compter de 1901.

« Qu'évidemment le défaut de paiement de l'annuité échue en 1903, en laissant tomber le brevet dans le domaine public, a causé à H... et C^{ie} un préjudice à dater de 1905, époque à laquelle cette circonstance a été seulement connue, en leur faisant perdre les bénéfices sur lesquels ils pouvaient compter, qu'il leur causera le même préjudice pour l'avenir, qu'il leur est dû réparation par P... dont la faute a causé la rupture du contrat.

« Qu'il échet de condamner ce dernier à payer des dommages-intérêts à H... et C^{ie}, mais en tenant compte pour la fixation de ces dommages intérêts de ce que H... et C^{ie} ne paient plus de redevances à P... depuis 1905 et de ce que, en outre, il y a eu union de H... et C^{ie} et P... avec J... et V... qu'ils poursuivaient comme contrefacteurs pour l'exploitation commune de leurs brevets, ce qui devait évidemment diminuer pour l'avenir les bénéfices de H... et C^{ie} sur le brevet P...

« Qu'il faut aussi tenir compte de ce qu'il s'agit d'un objet de mode qui peut cesser complètement d'avoir la vogue.

« Que le Tribunal a les éléments suffisants pour fixer les dommages-intérêts à la somme de 8 000 francs.

« Par ces motifs,

« Prononce la déchéance du brevet P... du 29 janvier 1901. Déclare H... et C^{ie} mal fondés dans leur demande en restitution de redevances payées à P... s'élevant à 12 950 fr. pour 1903, 1904 et partie de 1905.

« Condamne P... à payer à H... et C^{ie} 8 000 francs de dommages-intérêts pour le préjudice qu'il leur a causé. »

(A suivre).

Amédée BUGAND.

Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

ACADÉMIE DES SCIENCES

PHYSIQUE ET ÉLECTRICITÉ

Sur les tubes luminescents au néon. Note de M. Georges CLAUDE, présentée par M. d'Arsonval, dans la séance du 15 mai 1911.

M. G. CLAUDE signale à l'Académie quelques observations qui ont conduit à un perfectionnement capital des tubes luminescents au néon, c'est-à-dire à la suppression de tout dispositif de rentrée du gaz luminescent.

On sait que dans les tubes de Moore, comme au surplus dans les tubes de Crookes, une absorption progressive du gaz employé se produit et qu'en peu de temps le tube s'éteindrait si une source électromagnétique ingénieusement combinée n'avait pour mission de laisser rentrer continuellement du gaz destiné à remplacer celui qui disparaît.

En fait, ses premiers essais lui ont donné de médiocres résultats. Les électrodes, très petites, se volatilisaient rapidement et le tube s'éteignait souvent avant formation complète. Il a agrandi progressivement les électrodes et est arrivé à des cylindres creux de cuivre de 25 mm. de diamètre sur 60 mm. de long pour des tubes de 5 m de long et 30 mm. de diamètre, traversés par des courants alternatifs de l'ordre de 0,4 A. Ces tubes s'éteignaient encore après 6 à 8 heures de belle luminescence.

Il a remarqué que ces électrodes chauffaient encore beaucoup, presque jusqu'au rouge vif, et qu'un dépôt métallique détachable en écailles se formait sur le verre à leur voisinage. Il a noté par exemple un dépôt de 1 gr. 6 par électrode pour un fonctionnement de 8 heures. La facile vaporisation des métaux dans ces conditions paraît d'ailleurs, comme le lui a confirmé Sir W. Ramsay, une curieuse caractéristique du néon : en particulier, un tube de Plucker à néon en fonctionnement se platinise en quelques minutes au voisinage des électrodes.

M. Claude a pensé qu'il pouvait y avoir une corrélation entre cette rapide vaporisation du métal et l'extinction rapide du tube.

Il a recueilli le dépôt formé, dont l'aspect est celui du cuivre, mais qui est plus cassant ; et l'a traité par l'acide nitrique dans un tube à essai renversé, immergé lui-même dans l'acide nitrique. On recueille toujours ainsi un résidu gazeux insoluble dans l'acide. Avec le dépôt de 1 gr. 6 ci-dessus mentionné, il a obtenu 2 cm³5 de résidu gazeux. Ce résidu, envoyé dans un tube de Plucker vidé, muni d'un petit récipient à charbon, donne, après immersion de ce dernier dans l'air liquide, et outre le spectre de l'hydrogène, le spectre du néon très net et celui très intense de l'hélium. La même expérience, répétée sur un fragment de 1 gr. 6 de la partie de l'électrode non volatilisée, ne donne que 0 cm³3 de résidu gazeux, et dans ce résidu, traité comme ci-dessus, on distingue faiblement la raie 585,2 du néon et pas du tout les raies de l'hélium. Il a d'ailleurs observé que la raie 585,2 apparaît dans un tube de Plucker neuf par simple charge de ce tube avec de l'air atmosphérique et immersion du récipient à charbon dans l'air liquide. Ainsi, les gaz rares recueillis ne provenaient pas des électrodes et l'on peut conclure que, conformément aux prévisions et en dépit de l'inactivité chimique attribuée à ces corps, il y a entraînement et fixation par le métal vaporisé. Ces faits sont à rapprocher de ceux observés par M. Troost au sujet du durcissement rapide des tubes de Plucker à hélium.

Il est remarquable que, dans le résidu gazeux obtenu, l'hélium paraît exister en proportion au moins égale à celle du néon, alors que le gaz employé pour la charge du tube était du néon presque exempt d'hélium. Pour expliquer cette prédominance singulière, on peut admettre que le néon est absorbé en quantité plus grande qu'il ne paraît, mais reste sous forme de corps dissous lors du traitement par l'acide nitrique. On peut supposer aussi qu'il y a là un effet sélectif remarquable pour le peu d'hélium contenu dans le néon employé. Il y aurait enfin une troisième hypothèse mais qu'on ne pourrait risquer qu'avec des preuves sérieuses à l'appui, c'est que l'hélium résulterait d'une dissociation du néon. M. Claude n'est pas encore en état d'indiquer laquelle de ces hypothèses est la mieux justifiée.

Au point de vue pratique, puisque la disparition des gaz rares est une conséquence de la vaporisation des électrodes, on augmentera la vie du tube en diminuant cette vaporisation. Or, il suffit pour cela d'augmenter beaucoup les dimensions des électrodes, ce qui montre qu'il s'agit bien d'une vaporisation et non d'un transport d'ordre électrolytique.

C'est ce qu'il a fait, et les électrodes en cuivre des tubes de 35 m de long et 45 mm de diamètre qu'il a installés au Grand Palais lors du Salon de l'Automobile avaient une surface de 3 dm² par ampère. L'un de ces tubes a fonctionné 210 heures et l'essai s'est terminé par la rupture accidentelle du tube. La vaporisation pendant ces 210 heures n'a pas été supérieure à 1 g,4 à chaque électrode pour un poids d'électrode de 400 g.

On pouvait craindre que la durée relativement longue observée ci-dessus n'ait été due à la charge de néon assez grande correspondant à un tube aussi long. Effectivement, les résultats ont

été moins bons avec des tubes de 5 m à 6 m munis d'électrodes identiques à celles ci-dessus. Mais en portant la surface des électrodes à 5 dm² par ampère, il a pu diminuer encore la vaporisation et enregistrer déjà avec un tube de 6 m une durée de 400 h., sans autre modification dans le régime qu'une baisse presque insensible, soit 4 pour 100 en tout, de la différence de potentiel aux bornes.

Le problème de la suppression de tout dispositif de rentrée peut donc être considéré comme résolu, et ceci d'une façon d'autant meilleure que contrairement à ce qu'on pouvait craindre, le régime du tube, à différence de potentiel d'alimentation constante, se maintient sans réglage très sensiblement constant pendant toute sa durée. Il est dès lors facile de réaliser des tubes de 5 m. ou 6 m. dont le rendement est encore excellent, soit 0,8 watt par bougie : ces tubes peuvent être fabriqués en usine avec toutes les facilités désirables et transportés de là sur le lieu d'utilisation au même titre que des lampes à arc et échangées en un instant contre des tubes neufs au moment de leur extinction. *C'est un aspect tout nouveau de l'emploi industriel des tubes à gaz raréfiés.*

Photomètre pratique pour le contrôle du pouvoir lumineux des becs servant à l'éclairage public ou privé. Note de M. Henri MALOSSE, présentée par M. Armand Gautier, séance du 19 juin 1911.

Ce photomètre consiste essentiellement en deux prismes de verre fumé, associés à des prismes de verre ordinaire de manière à constituer ensemble deux lames à face parallèles que l'on peut faire glisser l'une devant l'autre horizontalement et en sens inverses, par crémaillère et pignon denté, à la façon du compensateur de Soleil.

Ce système représente un milieu absorbant dont l'épaisseur est susceptible de varier depuis une valeur à peu près nulle jusqu'à une valeur suffisante pour empêcher de percevoir des caractères typographiques tracés sur verre noirci et éclairés par transparence au moyen de la source dont il s'agit de contrôler le pouvoir lumineux.

Le déplacement des prismes entraîne celui d'une réglette graduée devant un index.

Les prismes sont logés dans une boîte parallélépipédique de 15 cm., 8 cm. et 4 cm. de côtés. Chacune des deux grandes faces opposées de cette boîte est percée d'une ouverture centrale. L'une de ces ouvertures présente un œilleton derrière lequel se place l'œil de l'observateur, l'autre porte un système de deux tubes dont le premier, fixe, est muni, à son extrémité vissée sur la paroi de la caisse, d'une lentille positive de 16 dioptries, tandis que le deuxième, qui peut coulisser dans le premier par crémaillère et pignon, se termine, du côté de la lentille, par le verre noirci sur lequel sont tracés les caractères typographiques.

Ceux-ci représentent ainsi un objet susceptible d'être amené dans le plan focal ou de part et d'autre du plan focal de la lentille, ce qui permet à l'observateur, quel que soit l'état de sa réfraction oculaire, de voir nettement la mire dans tout le parcours de son accommodation.

Pour opérer, l'observateur se place à une distance déterminée et constante du support de la lanterne qui renferme la source lumineuse à contrôler, puis, visant vers celle-ci à travers le photomètre, après avoir convenablement réduit l'épaisseur des prismes fumés et fait coulisser le tube qui porte les caractères typographiques jusqu'au point où l'accommodation lui permet de voir le plus nettement ces derniers, il augmente progressivement l'épaisseur de verre absorbant et s'arrête enfin au point où l'intensité lumineuse transmise est devenue trop faible pour lui permettre de distinguer encore les lettres.

Il lit alors la division de l'échelle qui se trouve en regard de l'index. Cette division lui fait connaître, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une table empiriquement construite à l'avance pour chaque appareil, le pouvoir éclairant, généralement exprimé en carrels, de la source soumise à l'essai.

Il pourrait paraître plus simple de supprimer dans ce photo-

mètre la lentille et les caractères typographiques et de baser l'observation sur la disparition de la source lumineuse elle-même, vue à travers une épaisseur graduellement croissante de verre fumé, suivant le principe du lactoscope de Donné ; mais des essais comparatifs ont démontré que les résultats ainsi obtenus présentaient bien moins d'exactitude.

Eclairage à incandescence réalisant une économie très notable sur les lampes à filament de charbon. Note de M. DUSSAUD, présentée par M. Branly, dans la séance du 26 juin 1911.

L'auteur fait passer un courant d'environ 16 volts et 1 A. 3 à travers un fil fin de tungstène, enroulé en solénoïde, qui occupe un espace de 30 mm³.

Avec ces 20 watts, sans survoltage (à l'inverse d'expériences précédentes), il obtient le même éclairement pratique qu'avec environ 400 watts et des lampes à filament de charbon ; la dépense est donc rendue vingt fois moindre. Il a utilisé cette lumière pour un éclairage usuel, soit en employant le secteur, soit en employant une petite pile.

En disposant, d'autre part, pour les projections, un système optique à foyer ultra-court devant la source lumineuse de 30 mm³ qui ne l'échauffe pas sensiblement, il obtient avec environ 20 watts, sans survoltage, le même éclairage utilisable qu'avec un arc de 4 000 watts qui exige des systèmes optiques à foyer beaucoup plus long ; l'économie est ici de 200 fois. Cet éclairage supprime tout danger dans l'application aux cinématographes, aux projections de clichés ou corps opaques inflammables, aux préparations microscopiques vivantes les plus délicates, à l'étude de la main rendue transparente, à des phares qui peuvent être constitués par une lentille de petit diamètre, à très court foyer.

M. Dussaud ajoute que, pour éviter l'affaissement de son solénoïde incandescent, il a trouvé commode de le placer dans un champ magnétique approprié ; cela ne complique que très peu le dispositif.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Les compteurs électrolytiques, par M. HATFIELD, séance du 1^{er} février 1911.

M. HATFIELD. — Il est évident que l'avenir de l'éclairage électrique dépend de la lampe à filament métallique, au moyen de laquelle il est possible d'éclairer les petites habitations par l'électricité à un prix guère plus élevé, et d'une manière bien plus hygiénique que par le gaz.

Beaucoup de centrales électriques se trouvent néanmoins dans une situation assez difficile. Tous leurs clients se servent de lampes à filament métallique, et consomment, par conséquent, moins d'électricité. Cette perte de recettes disparaîtrait sans doute bien vite, en raison de l'augmentation rapide du nombre de consommateurs : il est certain que, par la suite, la lampe à filament métallique sera d'un grand avantage pour les centrales. Mais, pour le moment, la diminution de recettes est considérablement accrue, peut-être même doublée, par les défauts que présentent certains compteurs, qui, construits pour le débit des lampes à filament de charbon, n'enregistrent bien souvent pas la moitié de la consommation réelle.

Or, il est très important de pouvoir étendre le nombre des consommateurs : un moyen de retirer de nouveaux bénéfices serait de diminuer les frais de premier établissement des nouvelles installations, en se servant d'un compteur capable d'enregistrer les débits les plus faibles, sans demander beaucoup de frais d'entretien. Pour ces derniers, les compteurs actuels demandent des frais de réparation et d'étalonnage compris entre 2 fr. et 5 fr. par an et par compteur, c'est-à-dire presque un quart de la recette de la plupart des petits consommateurs. Il est d'ailleurs bon de gagner la confiance des abonnés, et les fréquentes revisions des comp-

teurs sont, pour les petits bourgeois et les ouvriers, une cause de méfiance.

Il n'est donc pas sans intérêt d'examiner un nouveau compteur, d'un système assez ancien, mais qui n'était pas suffisamment perfectionné jusqu'à présent pour être pratique. C'est le compteur électrolytique *Stia*, dont la lecture se fait par l'observation du volume de mercure séparé par le courant.

Le premier savant qui a construit un voltamètre à mercure fut le professeur russe Lenz. Edison, qui a inventé le système de distribution d'électricité dont nous nous servons partout, fut le premier qui employa un compteur électrique ; il construisit d'abord un voltamètre à cuivre, ensuite un compteur à zinc ; il prit des brevets pour les compteurs à mercure, mais il ne réussit jamais à créer un instrument pratique. Beaucoup plus tard, les inventeurs anglais Anders, Kottgen et McKenna ont essayé de nouveau de construire un compteur à mercure ; ils ont donné à l'instrument la forme droite et verticale qu'il a aujourd'hui, avec cellule d'électrolyse au-dessus d'un tube de lecture. Néanmoins, ils n'ont pas réalisé la méthode de ramener à zéro en renversant la cellule de manière que le mercure amassé dans le tube de lecture s'écoule dans la chambre d'anode.

C'est l'Anglais Arthur Wright qui a vraiment créé un compteur à mercure utile, c'est-à-dire un compteur capable de fonctionner parfaitement pendant un an ou deux : il a réalisé les conditions physiques pour qu'une électrolyse continue et précise puisse avoir lieu ; mais il fallait encore une étude approfondie des conditions chimiques pour construire un compteur qui soit à même de conserver sa précision pendant un grand nombre d'années. L'auteur qui s'est consacré à l'étude de ce problème présente le compteur perfectionné *Stia*.

Le voltamètre proprement dit se compose d'un vase en verre complètement fermé. L'anode est formée par du mercure qui se trouve dans une rigole circulaire. La cathode est formée d'une plaque en iridium. L'électrolyte se compose d'une solution aqueuse d'iodure de potassium mercurieux. Cette cellule est toute petite : elle contient 10 cm³ d'électrolyte et 60 g. de mercure. Il n'y a aucune raison de craindre qu'un si petit récipient se casse par suite des chocs subis à l'usage normal.

Lorsqu'un courant traverse la cellule, la quantité de mercure qui se dissout à l'anode et la quantité de mercure qui se sépare à la cathode sont exactement égales. D'après la loi de Faraday, la quantité de mercure séparée donne la mesure exacte du courant qui a traversé la cellule. Le mercure qui se sépare n'adhère pas à la cathode, car le métal iridium ne s'amalgame pas avec le mercure, lequel, dans ces conditions, tombe en gouttes et s'accumule dans le tube gradué muni d'une échelle. On peut lire le volume de mercure libéré par le courant ; et, lorsque le tube de lecture est plein, il suffit de renverser l'appareil pour que le liquide retourne à la chambre d'anode. Pour le fonctionnement continu du compteur, il est nécessaire de maintenir le niveau de l'anode exactement constant. Wright s'est servi d'un dispositif bien connu ailleurs pour des buts analogues et qui fonctionne dans ces conditions avec une grande exactitude. C'est le tube de réserve, rempli de mercure au commencement, qui fonctionne d'une manière analogue aux petits récipients d'eau qu'on fixe aux cages des oiseaux. Lorsque le niveau de l'anode s'abaisse au-dessous du trou de communication, un peu d'électrolyte coule en haut dans le tube de réserve et la même quantité de mercure vient à l'anode et élève son niveau, qui est à la hauteur de l'arête de la rigole. Pour que le mercure ne soit pas projeté par dessus le bord de cette rigole, par les faibles trépidations auxquelles un compteur en service est toujours exposé, on en a muni le bord d'une barrière formée de tiges en verre qui laissent passer facilement le liquide, mais empêchent complètement que le mercure soit projeté en dehors.

En pratique, on ne fera pas passer le courant total dans le voltamètre à mercure, mais on se servira d'un shunt. Le courant principal à mesurer traverse une faible résistance sur laquelle le voltamètre est monté en parallèle par l'intermédiaire d'une forte résistance. En pratique, on choisira les résistances des deux circuits de telle manière que 1/100 seulement du courant total tra-

verse le voltamètre. Par conséquent il suffit que la cellule puisse supporter un courant de 1/10 ampère, fait qui rend possible la construction d'un compteur de ce genre à un prix modique.

Pour que le compteur marque toujours exactement, il est nécessaire qu'il existe une proportionnalité exacte à toutes les charges et températures entre le courant principal et le courant dérivé. Cela n'est réalisé qu'à condition que la résistance du circuit reste bien constante et que, dans le voltamètre, il ne se produise pas de force contre-électromotrice pendant le passage du courant. La résistance du shunt peut facilement être établie de manière à posséder un coefficient de variation très faible et pratiquement négligeable. Il en est autrement du circuit formé par le voltamètre et la résistance montés en série. Pour obtenir ici une indépendance complète de la température, cette résistance est établie avec de la manganine et du fil de nickel pur, de manière que son coefficient de température soit exactement l'inverse du coefficient de température du voltamètre : la résistance totale reste ainsi constante.

Une autre source d'erreur réside dans la production d'une force contre-électromotrice dans le voltamètre au moment du passage du courant. Mais, comme il ne se produit pas de décomposition de l'électrolyte dans le voltamètre pour les intensités admissibles, on n'a à tenir compte que de la faible force contre-électromotrice résultant des variations de concentration de l'électrolyte autour des électrodes.

Pendant le passage du courant, du mercure est dissous à l'anode et une quantité égale est rejetée à la cathode. Il s'ensuit que la solution devient spécifiquement plus lourde à l'anode et spécifiquement plus légère à la cathode, quoique la quantité totale de mercure dans la solution reste invariable. Pour compenser ces différences de concentration nuisibles, on a placé la cathode sous l'anode formée par l'anneau de mercure. Cet anneau repose dans une rigole en verre dont le bord dépasse à peine la surface du mercure. Or, dès que, sous l'effet du passage du courant, la solution devient spécifiquement plus lourde au-dessus du mercure, elle s'écoule du miroir anodique vers le bas, tandis que la solution légère de la cathode remonte. Ce dispositif fait en sorte que les variations de concentration qui se produisent nécessairement restent suffisamment faibles pour que l'exactitude du compteur n'en souffre nullement.

Quant au tube de lecture et la manière de lire, il est évident qu'on peut arranger les rapports entre les résistances des circuits, le diamètre du tube de lecture et les graduations de l'échelle de façon que l'ascension du mercure mesure les ampères-heure et, pour une tension constante, les hectowatts-heure qui passent dans le circuit principal. Lorsque le tube est rempli de mercure, il suffit de le faire basculer jusqu'à ce que le mercure soit retourné dans le réservoir anodique. Il faut choisir l'instrument selon qu'on désire qu'il mesure la consommation totale en quelques heures, en quelques jours ou en quelques semaines. Lorsque la quantité de mercure séparé remplit un espace de 50 mm à 100 mm du tube de lecture, on peut, sans difficulté, évaluer la consommation totale avec une exactitude de 0,5 pour 100. Pour mesurer le courant fourni pendant quelques heures à une batterie d'accumulateurs, il faut que le compteur enregistre, avec le même courant, beaucoup plus rapidement qu'un compteur de même grandeur désigné pour la vente de l'électricité à une petite usine où les moteurs fonctionnent 10 heures par jour, et où la consommation doit être déterminée tous les mois. C'est pourquoi le compteur électrolytique demande une sorte de graduation d'après sa capacité en hectowatts-heure ; le compteur moteur ayant une capacité illimitée, celle-ci est par conséquent sans influence sur le nombre de graduations. Il est évident que le compteur *Stia* enregistre exactement tout courant qui le parcourt, ce qui est une simple conséquence de la loi de Faraday. Un compteur capable d'enregistrer un courant de 100 ampères enregistre avec sûreté un courant de 1/10 ampère ; tandis que les compteurs moteurs demandent une certaine intensité de courant pour démarrer, et ne commencent l'enregistrement exact qu'à un débit d'au moins 1/10 ou 1/20 de la pleine charge. Or, dans la plupart des canalisations, il faut installer un compteur capable de supporter une charge plusieurs

fois plus grande que les débits quotidiens ; dans une maison, par exemple, il est possible, mais il arrive rarement qu'on allume toutes les lampes simultanément. Un compteur Stia supporte une très grande surcharge, sans que cela lui fasse le moindre tort, tout en enregistrant avec exactitude la consommation d'une lampe à filament métallique ; la conséquence est qu'un seul modèle, celui de 10 ampères, répond à tous les besoins dans 90 pour 100 des installations. C'est ainsi que le nombre de compteurs que les centrales doivent avoir en magasin peut être considérablement réduit.

Les divers types de compteurs Stia se distinguent en principe par le tube de lecture. Le plus petit a un tube de lecture de 9 cm ; l'échelle comporte 125 divisions. Le type n° 2 a un tube de 25 cm et 250 divisions. Le type n° 3 a l'équivalent de 1 000 mm d'échelle. On peut calculer les parties constitutives du compteur pour donner une valeur quelconque (dans certaines limites) à chaque division de l'échelle. La capacité du compteur est le produit du nombre des divisions de l'échelle et de la valeur de chaque division. L'exactitude de la mesure ne dépend nullement de ce dernier chiffre : pour donner une grande capacité à un compteur, on pourrait, par exemple, donner à chaque division de l'échelle la valeur de 10 kilowatts-heure. A première vue, il semble qu'une mesure exacte ne soit pas possible avec un tel compteur. Mais, si la quantité de mercure séparée par le courant qu'il faut mesurer avait passé la centième division de l'échelle, il serait facile d'évaluer la consommation avec une exactitude de 0,5 pour 100. Des erreurs bien plus grandes sont fréquentes avec tous les autres compteurs. Avec un compteur moteur, on pourrait lire sans doute des dixièmes et des centièmes de kilowatt-heure ; mais ces chiffres n'auraient absolument aucune signification : ces cadrans pour fractions de kilowatt-heure ont une influence nuisible sur le fonctionnement du compteur et ne servent qu'à rendre possible l'étalonnage rapide et convenable du compteur. Si l'on veut, on peut obtenir d'une autre façon le même résultat pour les compteurs Stia, mais il est évident que la nécessité d'un fréquent étalonnage n'est plus nécessaire avec ces appareils dont l'exactitude ne varie ni avec le temps, ni par l'usage, ni pour aucune autre raison.

Il est évident qu'on peut construire un compteur pour enregistrer avec une lenteur quelconque ; il suffit d'augmenter la résistance du circuit dérivé où se trouve la cellule. Si l'on double cette résistance, chaque division de l'échelle est doublée en valeur pour le même courant : le mercure se sépare moitié moins vite. De même, on peut réduire la résistance du shunt, ce qui offre l'avantage de diminuer la chute de tension. S'il s'agit de construire un compteur qui enregistre plus vite, on peut diminuer la résistance du circuit dérivé et augmenter celle du shunt. Chacun de ces procédés a une limite. Il est impossible de construire une cellule ayant une résistance inférieure à 1 ohm ; elle deviendrait beaucoup trop grande et trop fragile et, pour compenser les changements de température, il faut que la résistance du métal pur soit 3,3 fois plus grande que celle de la cellule. En pratique, on ne peut pas admettre une trop grande chute de tension, c'est-à-dire d'énergie dans le compteur.

Il y a une limite pour les tubes de lecture. Pour que le mercure coule vers le bas lorsqu'on fait basculer la cellule, il est nécessaire que le diamètre du tube ne soit pas inférieur à une certaine dimension, mais un nouveau système de tube permet de diminuer beaucoup ce diamètre. Il est possible de construire aujourd'hui des compteurs qui, avec une chute de tension de 0,5 volt à plein débit, donnent 100 mm de mercure sur l'échelle en quelques heures.

Voici les trois types de compteurs pour canalisations pour lesquels il est nécessaire de relever mensuellement la consommation. Le compteur Stia, type U, est très petit et son prix est fort minime ; il a une échelle de 125 divisions. Le compteur Stia, type H, est plus grand et plus exact que le type U ; son échelle a 250 divisions de 1 mm. Les compteurs Stia sont étalonnés avec une exactitude garantie de 3 pour 100. Mais on peut construire des instruments de précision qui ont une exactitude de 0,5 pour 100.

Pour construire un compteur qui puisse enregistrer longtemps sans qu'il faille le faire basculer, Wright a imaginé un tube de

lecture à siphon, dont le compteur Stia type F est muni. Le tube gradué dans lequel le mercure tombe en partant de la cathode est formé d'un siphon de 100 divisions. Lorsque le siphon est rempli, il se vide de lui-même dans la partie inférieure du tube où l'on peut lire les centaines jusqu'au nombre 1 000.

On peut désigner tous ces compteurs sous le nom de *compteurs à marche lente*. S'il s'agit, au contraire, de mesurer la charge d'une batterie d'accumulateurs, on ne pourrait se servir de l'un des types précités : il faut qu'un compteur de ce genre mesure avec exactitude la consommation pour chaque charge. La durée d'une batterie d'accumulateurs dépend du traitement qu'on lui fait subir et il est absolument nécessaire de mesurer les courants de charge et décharge si l'on veut que la batterie soit constamment en bon état. Ces courants circulant en sens opposés, on doit se servir d'un appareil de commutation lorsqu'on emploie un compteur-moteur. Un dispositif simple permet de construire un compteur Stia avec deux tubes dont chacun enregistre la consommation lorsque le courant passe dans l'un ou l'autre sens.

Le courant ne produit aucune décomposition chimique lorsqu'il traverse une cellule et, par conséquent, il n'engendre pas de force contre-électromotrice. Mais ceci n'est vrai que quand le mercure forme l'anode et la plaque d'iridium la cathode, c'est-à-dire lorsque le fonctionnement est normal. Si l'on fait passer le courant dans la direction opposée, on décompose la solution. L'iode arrive à l'iridium et se décharge, car l'iridium ne forme pas d'ions. Cette décomposition demande une tension d'un demi-volt, et si la tension appliquée à la cellule n'a pas cette valeur minima, il ne passe pas de courant, c'est-à-dire que, si l'on envoie le courant dans un compteur Stia dans une fausse direction, et si la chute de tension sur le shunt n'excède pas 0,5 volt, aucun courant ne traversera la cellule. Si la chute de tension excède 0,5 volt, l'iode se séparera dans la cellule. Donc, si l'on raccorde au shunt un circuit dérivé contenant une seconde cellule de voltamètre, de façon que le courant y passe en sens inverse de la première, et si la chute de tension n'excède jamais 0,5 volt, chacun des tubes enregistre le courant qui passe dans l'autre direction. C'est ainsi qu'on peut construire un compteur pour accumulateurs sans aucun appareil de commutation.

Il faut que ce compteur donne un enregistrement assez grand pour mesurer en quelques heures, mais avec la faible chute de tension d'un demi-volt : la résistance des cellules normales serait trop grande, et l'intensité du courant qui passe serait trop faible. Pour supprimer cet inconvénient, l'auteur s'est servi d'une cellule qui est composée de trois cellules normales raccordées en parallèle, qui laissent couler le mercure dans un tube commun de lecture. De cette manière, il est possible de construire des compteurs dans lesquels le mercure monte, en 5 heures, de 100 mm dans le tube de lecture, ce qui suffit pour tous les usages normaux des batteries.

De tous les tarifs préconisés, le tarif double reste le plus simple à comprendre, bien qu'il ne soit pas juste, en théorie. Les compteurs moteurs à double tarif ont toujours pour inconvénient de présenter de nombreux dérangements accidentels, parce qu'ils sont trop compliqués. M. Hatfield a construit un compteur Stia à tarif double, dans lequel les plus grands soins ont été pris pour éviter les causes de dérangement.

Le système le plus simple de tarif double permet de changer le tarif des compteurs par relais ; le compteur reçoit un petit relais ou électro-aimant qu'on raccorde entre un fil pilote et un des câbles. Au même instant, le tarif est changé à tous les compteurs. Le compteur Stia se construit très bien pour ce genre de tarif : les parties mécaniques se réduisent à une simple armature en fer qui est attirée par un électro-aimant : l'armature est placée dans un petit tube de verre et porte des fils en platine qui trempent dans le mercure. Le tube est hermétiquement scellé et l'électro-aimant agit du dehors.

L'auteur donne alors la théorie et le procédé d'étalonnage du compteur Stia. Il termine en faisant remarquer qu'aucune altération n'est à craindre avec le temps et cite des compteurs en service depuis 1906 sans la moindre altération.

Plus de 70 000 compteurs de ce genre sont déjà en service.

NOTES ET INFORMATIONS

Les installations d'acétylène en 1910

Nous lisons dans le Bulletin de la *Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale* : Le nombre d'installations visitées a été de 25 000. Elles se répartissent, comme professions, ainsi qu'il suit : 8 852 cafés et hôtels, 2 495 particuliers, 10 260 magasins divers, 747 professions libérales, 2 111 industriels et commerçants en gros, 535 agriculteurs.

En ce qui concerne le système de l'appareil employé, il y avait 10 543 appareils à chute d'eau, 5 555 à contact d'imbibition, 1 709 à chute de carbure tout venant, 2 824 avec chute de carbure granulé, 4 369 appareils non automatiques.

Le nombre de becs a été au total de 261 100.

La consommation annuelle de carbure a été de 9 431 500 kilog., 2 807 appareils étaient placés à l'air libre, 15 311 dans des cabanes à air libre, 3 722 dans de grands locaux ventilés, 655 à l'intérieur (passable), et 4 015 dans de mauvais emplacements.

Pour l'épuration, il y eut 4 015 installations efficaces et 3 856 non efficaces. 3 069 chauffages étaient en service et 751 non en service.

L'appréciation de ces installations est, pour 2 886 très bonne, 14 611 bonne, 6 679 passable et 824 mauvaise.

Le nombre d'autorisations préfectorales a été de 5 829.

Il y eut 3 132 appareils reconnus en très bon état, 14 438 en bon état, 6 712 en état passable et 718 en mauvais état.

En ce qui regarde la tenue des installations, 4 465 étaient très bien tenues, 13 754 bien, 6 323 passablement et 458 mal.

10 119 visités se dirent très satisfaits, 14 245 satisfaits et 936 mécontents.

Sur la corrosion du fer

Le problème de la corrosion du fer est l'un de ceux qui ont le plus excité des recherches au cours des dernières années.

Des cinq théories qu'il a suscitées pour expliquer le phénomène deux persistent, la théorie électrolytique, mise pour la première fois en lumière par Whitney en 1903, et la théorie acide. Les recherches les plus récentes de Moody et de J. N. Friend tendent à montrer que la théorie acide est la mieux justifiée. Lambert et Thomson, et bien d'autres, en attribuent la paternité à Crum Brown, dont le mémoire classique fut lu à l'Iron and Steel Institute en 1888. M. Friend (in *Chemical News*, 1911, p. 138), observe que Crum Brown lui-même n'a jamais revendiqué cette paternité, et si son exposé est la plus claire expression de la théorie acide, c'est Gracé Calvert qui, dès 1870, inférait de ses expériences que l'acide carbonique joue un rôle essentiel dans les phénomènes de la corrosion du fer ; il exposa toute sa théorie dans un mémoire classique qu'il lut devant la *Manchester literary and philosophical Society*, le 24 janvier 1871. Berzelius avait attiré l'attention sur le fait que le fer ne se corrode pas en présence de la soude caustique. Payen, 1837, Mallet, 1838, Adie, 1845, etc..., furent, eux aussi, d'avis que la corrosion n'était pas une simple oxydation, comme Kahlmann semble avoir été l'un des premiers à l'avancer.

Fontes au vanadium

L'influence du vanadium sur les propriétés physiques de la fonte a fait l'objet d'une intéressante communication de M. HATFIELD à l'Iron and Steel Institute (séance du 11 mai).

M. G. L. NORRIS, de la *New England Foundrymen's Association*, a donné, en mai 1910, un exemple où l'introduction de vanadium a augmenté la vie de cylindres de locomotive ; des cylindres faits en fonte non traitée au vanadium montraient une usure de huit dixièmes de millimètre après un parcours de 161 000 kilomètres, tandis que des cylindres en fonte au vanadium ne montraient qu'une usure microscopique après un parcours double.

Aussi la *New-York central Railroad Cy* a-t-elle fait une com-

mande considérable de locomotives pourvues de cylindres en fonte au vanadium.

M. J. KENT SMITH de son côté a donné des indications intéressantes dans l'*American Foundry* de 1909. Pour lui, le vanadium agit en débarrassant la fonte de son oxygène et de son azote, en fortifiant le fer par une augmentation de cohésion et de résistance des cristaux, en agissant sur les carbures.

M. Hatfield regarde le premier effet comme nul, puisqu'un métal fondu de composition convenable ne doit pas renfermer d'oxygène. Mais les deux autres effets méritent une sérieuse considération.

M. R. Moldenke a décrit en 1907 une série d'intéressantes recherches sur l'influence apportée par le vanadium (*American Foundrymen Association*).

M. Hatfield pense, d'après ses essais personnels, que l'action fortifiante du vanadium est surtout due à l'influence qu'il exerce sur l'état des molécules du carbone ; il l'aide à rester à l'état combiné.

Les carbures dans le fer traité au vanadium sont-ils dans un état autre que les carbures dans le fer non traité ? Or des alliages semblables, mais préparés avec des proportions croissantes de vanadium, — 0 — 0,138 — 0,22 — 0,45 — 0,65 p. 100 ont présenté tous la cassure normale de la fonte blanche, renfermaient la même proportion qu'elle de perlite cémentite, et ont donné les mêmes nombres aux essais de Brinell et du scléroscope. Donc, le vanadium n'agit qu'indirectement. Les essais de M. Hatfield prouvent que non seulement le vanadium cristallise avec le carbure, mais encore qu'il empêche le silicium de cristalliser.

Mais si les carbures persistants sont ainsi stabilisés par la présence du vanadium, ils ne diffèrent pas essentiellement de ceux que l'on trouve dans une fonte normale.

(*Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale.*)

Vanne monstre pour conduite hydraulique

L'*Electricien*, sous la signature de M. Franck C. PERKINS, décrit la vanne de conduite hydraulique, la plus grande que l'on ait jamais réalisée. Il en a été construit trois semblables pour l'usine hydro-électrique de la *Compagnie Ontario Power*, établie aux chutes du Niagara. Chacune d'elles, pour des conduites de 2^m75 de diamètre, pèse 58 967 kilog. Ces vannes sont du type Chapman et sortent des usines de l'*Indian Orchard* de la *Chapman Valve Manufacturing Co* à Springfield (Mass.).

Elles sont destinées à régler l'écoulement de l'eau circulant dans les conduites qui alimentent des turbines de 12 000 HP de puissance, turbines commandant chacune directement un alternateur triphasé de même puissance.

Le diamètre de ces vannes (3^m35) est suffisant pour qu'une automobile puisse y passer sans difficulté. La hauteur est de 30^m470.

Lorsque la vanne est fermée, la charge qu'elle supporte dépasse 275 tonnes, soit une pression de 4,2 kg : cm². Pour diminuer la valeur de la pression exercée sur la vanne lorsqu'on veut l'ouvrir ou la fermer, on utilise un by-pass ayant 35,5 cm. de diamètre.

La manœuvre de la vanne s'effectue au moyen d'un moteur à courant alternatif de 15 HP, en trois minutes environ. Le moteur actionne deux vis sans fin en bronze ayant plus de 3^m65 de longueur, un diamètre de 113 mm. et un pas de 5 cm.

Un commutateur automatique empêche toute rotation en sens inverse des arbres à vis de commande ; il en est placé un à chaque extrémité de la course de la vanne et oblige le moteur à démarrer dans le sens convenable, soit pour l'ouverture, soit pour la fermeture, même lorsque la vanne est en partie ouverte. Un frein magnétique permet d'obtenir l'arrêt rapide de tout le mécanisme.

Essais de turbines hydrauliques de 4 000 HP

Deux des turbines de 4.000 HP de l'usine hydro-électrique de Schaghticoke, sur la Hoosic River, décrite dans *La Houille Blanche* d'avril 1910, ont été récemment soumises à des essais spéciaux

de puissance pour déterminer, aussi exactement que possible, leur rendement sous diverses charges. La mesure du débit a été faite par la méthode du tube de Pitot-Darcy branché sur la conduite d'amenée, la méthode par déversoir ayant dû être abandonnée à cause des remous provoqués dans le canal de fuite par l'agitation de l'eau sortant des tubes d'aspiration.

Deux tubes de Pitot, dont les orifices faisaient face au courant, furent branchés sur la conduite d'amenée de chacun des groupes à essayer, de manière à pouvoir se déplacer transversalement à cette conduite, l'un dans le sens vertical, l'autre dans le sens horizontal. En outre, 8 tubes statiques, disposés à 45° les uns par rapport aux autres, furent fixés sur le pourtour de la conduite, à un pied en amont des précédents. Chacun de ces 8 tubes fut relié à l'une des branches d'un tube en M, pendant que l'un des tubes de Pitot était relié à l'autre branche de l'U, les deux branches étant reliées par leur partie supérieure à la conduite d'air comprimé de l'usine, de manière à refouler également l'eau des deux côtés et à permettre la lecture de la dénivellation h produite entre les deux tubes par la vitesse dans la conduite. Chacun des tubes de Pitot fut placé dans 19 positions successives, ce qui permit de mesurer la vitesse dans 38 sections élémentaires.

La puissance de la turbine était estimée d'après celle que l'on mesurait aux bornes de l'alternateur qu'elle actionnait. On aurait ainsi trouvé un rendement de 86 % à 3/4 de charge, 83 % à pleine charge et 81 % à demi charge.

BIBLIOGRAPHIE

Aide-mémoire pratique de l'ingénieur : Electricité, par L. MORTUREUX, ingénieur-électricien, un volume (24 × 16), 160 pages, 111 figures. J. Loubat, éditeur, 15, boulevard Saint-Martin. Prix : cartonné 5 fr.

Cet ouvrage fait partie d'un aide-mémoire publié par un comité d'ingénieurs spécialistes d'après le programme suivant : Réunir le plus grand nombre possible de tableaux, comptes faits et données numériques ; ne donner que peu ou pas de monographies de machines ; faire suivre toutes les formules de notations explicatives (désignation des unités choisies) et, si elles sont compliquées, d'exemples numériques.

Les grandes divisions de la partie consacrée à l'Electricité sont : Lois générales, Unités, Matériaux électrotechniques, Piles et Accumulateurs, Machines électriques, Distribution de l'énergie électrique, Utilisation de l'énergie électrique, Mesures et Essais.

Les machines ont été étudiées surtout au point de vue de leurs conditions de fonctionnement ; on a donné un exemple d'avant-projet seulement pour les dynamos à courant continu. L'établissement des canalisations intéressant un plus grand nombre d'ingénieurs que la construction des machines, cette question a été traitée d'une façon plus complète. L'étude de l'utilisation de l'énergie électrique a été limitée à l'éclairage et à la traction. Dans le dernier chapitre, on a rappelé seulement les méthodes de mesure employées dans l'industrie. On a cherché à faciliter les recherches par une classification méthodique et on a groupé les principales données numériques dans des tableaux qu'un index spécial permet de retrouver aisément.

Le livre de M. L. Mortureux dénote chez son auteur un but très modeste ; or, cette disposition d'esprit l'a amené à faire un livre très pratique. De la théorie, des monographies, nous en trouvons partout ; on pourrait presque dire qu'il y en a trop ; le praticien, nous voulons dire l'ingénieur qui dirige une installation, un service, une exploitation, et qui représente en définitive l'élément le plus nombreux du monde de l'industrie électrique, n'a pas le temps et ne se trouve d'ailleurs plus que rarement dans l'obligation de consulter les volumes de technique pure ; ce qu'il lui faut pour son travail journalier, ce sont précisément ces tableaux, ces calculs effectués, ces données numériques que l'auteur qui nous occupe a très utilement groupés. Ces ouvrages sont rares, et

à leur sujet l'ingénieur n'a pas l'embarras du choix comme pour les autres. Aussi, lorsque nous en rencontrons qui se recommandent par le choix des documents, la clarté de leur classification et la méthode qui a dicté leur ordonnancement, présentons-nous ces ouvrages à nos lecteurs avec la forte conviction qu'ils ont grand intérêt à les avoir sous la main.

M. L. Mortureux est un jeune ingénieur qui vient de faire preuve d'un grand esprit pratique qu'on ne rencontre pas toujours même chez les vieux auteurs. Sans le connaître, nous lui en adressons nos plus sincères félicitations.

E.-F. C.

Encycloédie Léchalas : Chemins de fer funiculaires et transports aériens, par A. LEVY-LAMBERT, un volume chez Gauthier-Villars, quai des Grands-Augustins, 15, Paris.

Le nom de M. Lévy-Lambert n'est pas inconnu des lecteurs de *La Houille Blanche* ; en juillet 1908, j'attirais leur attention sur son ouvrage sur les chemins de fer à crémaillère ; aujourd'hui, c'est la 2^e édition, revue, corrigée et très augmentée, selon la formule, de son ouvrage sur les funiculaires, que je viens présenter.

Je disais en 1908 que la documentation de ce distingué ingénieur de la Compagnie des Chemins de fer du Nord intéressait tous ceux qui ont à s'occuper de transport en montagne : le livre d'aujourd'hui vient compléter l'information commencée par le livre d'autrefois.

Divisant sa matière en quatre parties principales : funiculaires à mouvements alternatifs mus par une machine fixe ; funiculaires à contrepoids d'eau ; funiculaire à câbles sans fin ; câbles porteurs aériens, l'auteur passe en revue toutes les installations existantes ou ayant existé en laissant un souvenir durable de leurs conditions de fonctionnement. Il explique les principes directeurs de ces installations de façon claire et sans appareil algébrique excessif ; indique, chemin faisant, en un chapitre que mon expérience personnelle m'a mis à même d'apprécier tout particulièrement, ce qu'est un bon câble, ce qu'il faut lui demander, comment il faut le faire et le disposer. Tout cet exposé est complété par des renseignements statistiques et économiques des plus précieux et qui se valorisent mutuellement à être rapprochés dans un même livre.

Tout ingénieur n'a pas forcément à construire ou à exploiter un funiculaire, encore que le nombre de ceux-ci allant en croissant de façon rapide on puisse prévoir que bientôt le nombre des techniciens de ces chemins de fer spéciaux se sera très notablement accru ; mais tout ingénieur peut avoir à organiser des chantiers en pays accidentés et en pareil cas la lecture du chapitre IV de l'ouvrage de M. Lévy-Lambert sera d'une profitable suggestion.

Bon livre ; en somme très recommandable.

Commandant AUDEBRAND.

LIVRES NOUVEAUX EN FRANCE ET A L'ETRANGER

<i>L'électrification des grandes lignes de chemins de fer</i> , par J. SIGNOREL. In-8°	5
<i>Manual of Electrical Undertakings and Directory of Officials 1911</i> , par GARCKE. In-8°	31 75
<i>Cours de mécanique</i> , par L. GUILLOT, prof. à l'Ecole d'arts et métiers d'Angers. T. II <i>Mécanique spéciale des fluides, hydraulique, thermodynamique, air comprimé</i> . In-8°, avec figures, cartonné. Prix	10
<i>Nouveau cahier des clauses et conditions générales imposées aux entrepreneurs des travaux des ponts et chaussées</i> , par Ch. BARRY, doct. en droit. In-8°	1

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.