

la couche de terre qui sépare les deux prises de terre du galvanomètre au fil enterré.

Il résulterait de cette expérience que dans une transmission où les rails sont utilisés comme retour, les perturbations sur un circuit télégraphique ou téléphonique sont d'autant moins intenses que les rails sont plus conducteurs et que le circuit télégraphique ou téléphonique, y compris le sol qui sépare les prises de terre des rails, sont plus résistants.

4° On a constitué un circuit double de celui de l'expérience précédente et dans lequel le tout est arrangé comme dans le dispositif précédent à deux conducteurs.

Les deux fils enterrés sont très rapprochés.

Si l'intensité du courant, qui a été poussée jusqu'à 15 ampère, est la même dans les deux circuits, la déviation au galvanomètre est nulle, quelle que soit la position des prises de terre du galvanomètre et à condition, bien entendu, que la distance qui les sépare des fils enterrés soit relativement grande par rapport à celle qui séparerait les fils enterrés.

Il résulte de cette expérience que dans le cas d'un train ou chemin de fer électrique à double voie, les perturbations sur les lignes télégraphiques et téléphoniques peuvent être complètement supprimées si chaque rail est parcouru par un courant de sens contraire à celui de l'autre.

5° Enfin, comme dernière expérience, on a mis en circuit un accumulateur avec deux fils enterrés et reliés à leurs abouts.

Si les mêmes conditions de l'expérience précédente sont respectées, la déviation au galvanomètre est nulle.

Cette expérience prouverait, d'après M. Guarini, que si l'on arrive à perfectionner l'ancien système de traction électrique Siemens et Halske (dans lequel, comme on sait, les rails servaient pour l'aller et le retour du courant), de façon que les pertes soient négligeables, ce système aura le grand avantage de ne pas produire, et sans aucune précaution, de dérangements sur les circuits télégraphiques et téléphoniques.

(L'Eclairage Electrique).

## LE MOIS HYDRO-ÉLECTRIQUE



### ACADÉMIE DES SCIENCES

#### MÉCANIQUE ET ÉLECTRICITÉ

##### Sur la rigidité électrostatique des gaz aux pressions élevées.

— Extrait d'une note de MM. Ch.-Eug. GUYE et H. GUYE, séance du 15 mai 1905.

L'intérêt très actuel que présente la décharge disruptive dans les gaz nous a engagés à étudier l'influence des pressions élevées sur le potentiel explosif. Les gaz en expérience, soigneusement purifiés et desséchés, ont été : l'azote, l'air, l'oxygène, l'hydrogène et l'anhydride carbonique.

L'examen des résultats obtenus conduit aux conclusions suivantes :

1° Jusqu'aux environs de 10 kgs par cm<sup>2</sup>, le potentiel explosif croît linéairement avec la pression; ce résultat confirme donc les expériences de M. Wolf, effectuées dans ces limites.

2° Pour des pressions plus élevées, le rapport du potentiel explosif à la pression va en diminuant; les courbes représentatives du potentiel explosif en fonction de la pression ont dans leur ensemble une allure parabolique que nous nous réservons de discuter ailleurs.

3° Dans toutes nos expériences sur l'azote, la courbe du potentiel explosif a montré un maximum dans le voisinage du maximum de compressibilité de ce gaz ( $p_v = \text{minimum}$ ). Les expériences sur l'air ont montré également un léger relèvement de la courbe pour  $p = 65$  ms de mercure.

4° Avec l'hydrogène et l'oxygène, pour lesquels le minimum de  $p_v$  se trouve en dehors de la limite de nos expériences, nous n'avons rien constaté de semblable.

5° Les quelques expériences effectuées sur la rigidité électrostatique de CO<sub>2</sub> au voisinage du point critique semblent indiquer une diminution du potentiel explosif en ce point; toutefois, la décomposition partielle du gaz qui doit résulter du passage de l'étincelle rend alors

le phénomène plus complexe qu'avec les gaz précédents et l'interprétation devient délicate.

6° Des expériences effectuées en présence d'un sel de radium ou en faisant agir les rayons X n'ont pas donné de résultats sensiblement différents.

##### Sur les effets respectifs des courants de Foucault et de l'hystérésis du fer sur les étincelles oscillantes. — Extrait d'une note de M. G.-A. HEMSALECH, séance du 15 mai.

On sait (\*) que, en introduisant un noyau de fer dans la bobine de self-induction placée dans le circuit de décharge d'un condensateur, les oscillations sont plus ou moins détruites selon la constitution du noyau. Ainsi, un tuyau mince de fer détruit toutes les oscillations, sauf la première, sans changer sensiblement leur fréquence, tandis qu'un noyau composé de fils de fer isolés diminue leur fréquence sans toutefois les amortir autant. Dans le premier cas, nous avons deux causes qui influent : les courants de Foucault et le magnétisme du fer. Dans le deuxième cas, l'influence des courants de Foucault est presque supprimée. Les expériences suivantes ont été entreprises dans le but de différencier ces deux causes et de préciser l'action de chacun d'elles.

En résumé les courants de Foucault augmentent la fréquence d'oscillations sans influer sur le nombre des oscillations dans chaque décharge. L'hystérésis du fer détruit les oscillations et en diminue plus ou moins la fréquence.

En terminant, mentionnons encore les faits suivants, qui sont tous facilement démontrés à l'aide de notre dispositif :

1. Si, après avoir détruit les oscillations à l'aide du cylindre en fer, on glisse le cylindre en zinc entre celui de fer et la paroi de la bobine de manière à former écran autour du fer, les oscillations reparaissent avec la fréquence augmentée par les courants de Foucault.

2. Un circuit magnétique fermé a donné le même résultat qu'un circuit ouvert.

3. Deux cylindres de fer (fendus) de 50 cms de long chacun, introduits dans la bobine et isolés l'un de l'autre par une plaque de bois de 2 cms d'épaisseur, ont le même effet qu'un seul cylindre de 1 m. de long.

4. Avec un noyau (50 cms de long et 10 cms de diamètre) composé d'un grand nombre de fils de fer doux (diamètre du fil : 1 mm.), on aperçoit encore trois oscillations complètes et la fréquence d'oscillations est diminuée considérablement, comme l'a déjà observé pour ce cas M. Marchant (\*\*).

## SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 5 juin 1905.

### Conditions les plus favorables pour le transport de l'énergie. — Conférence de M. GROSSELIN, au nom de M. SARRAT.

M. Swyngedaaw, dans une communication faite l'année dernière (\*\*\*) à ce sujet, avait repris la règle de lord Kelvin en tenant compte du prix de vente de l'énergie et en substituant au régime de l'usine génératrice un régime fictif.

M. Sarrat ne partage pas la manière de voir de M. Swyngedaaw. D'après lui, on ne peut substituer au régime de l'usine un régime fictif; on ne doit pas non plus compter l'énergie perdue au prix de vente mais plutôt au prix de revient.

M. Sarrat pose le problème d'une manière différente et constate que la règle de lord Kelvin conduit très sensiblement aux mêmes résultats que la méthode qu'il a suivie.

M. Sarrat reconnaît avec M. Swyngedaaw que la tension la plus profitable est pratiquement proportionnelle à la racine carrée de la longueur de la ligne, mais, par contre, il déclare que cette tension ne dépend pas des variations que la puissance fait subir au prix puissance des transformateurs; elle est influencée seulement par les variations dont celle-ci peut affecter la valeur du taux d'augmentation, par volt supplémentaire, du prix puissance de chaque groupe transformateur.

### Vérification expérimentale de possibilité d'assimiler un régulateur à force centrifuge à un système pendulaire. — Communication de M. MONGIN.

Il résulte des expériences de M. Mongin qu'un régulateur animé d'une vitesse ondulée se comporte, à l'état de régime, comme un système pendulaire muni d'amortissement.

(\*) J.-J. Thomson, *Smithsonian report*, p. 251. Washington, 1893. — J.-A. Fleming, *Electrical oscillations and electric waves*, p. 18-20; *Cantor Lectures*, London, 1901. — G. A. Hemsalech, *These de Doctorat*, p. 12-20. Paris, 1901.

(\*\*) *Nature (London)*, t. LXII, 1900, p. 113.

(\*\*\*) Voir *La Houille Blanche*, juillet 1905.

Les expériences de M. Mongin ont servi de préface à une analyse complète, que M. Boucherot a menée à bonne fin, de l'influence des régulateurs sur le fonctionnement des groupes électrogènes couplés en parallèle. Aussi, après M. Mongin, M. Boucherot fait une communication sur les

#### Oscillations dues aux régulateurs des moteurs conduisant des alternateurs marchant ou non en parallèle.

M. Boucherot rappelle que dans un moteur quelconque le couple ne suit pas instantanément un changement de distribution. Ce retard, faible pour les turbines à vapeur, est plus considérable avec les machines mono-cylindriques et encore plus avec les machines compounds poly-cylindriques. Dans les turbines hydrauliques le retard est plus grand avec les régulateurs à servo-moteurs qu'avec les régulateurs (assez rares) à action directe.

Pour une machine génératrice isolée, les oscillations sont d'autant plus difficiles à éviter que le retard de distribution est plus grand. D'autre part, pour éviter les oscillations il faut des volants lourds, et les machines à grande vitesse donnent plus facilement des oscillations que les machines à faible vitesse, quand les unes et les autres ont été établies pour une même irrégularité par tour.

Dans le cas d'alternateurs couplés, un fort amortissement dans l'alternateur (amortissement Leblanc) concurremment avec un volant léger, a une influence très bienfaisante sur le fonctionnement, non pas tant par réduction de l'amplitude des oscillations, que par modification de la fréquence des oscillations qui se produisent et par éloignement de la fréquence de résonance.

Les volants très lourds donnent lieu à des oscillations parfois inévitables avec les machines à grand retard de distribution. D'autre part, il pourrait être dangereux d'avoir une inertie trop faible avec des turbines à vapeur.

## INVENTIONS NOUVELLES

**Traitement des minerais par l'électrolyse.** — Brevet n° 348.294, A. EYBERT, 4 février 1904.

Le procédé de traitement des minerais par l'électrolyse faisant l'objet de la présente invention s'applique aux minerais contenant le métal soit à l'état natif, soit à l'état d'oxyde. Si donc on désire traiter un minerai dans lequel le métal ne se trouve pas sous l'un des deux états qui viennent d'être indiqués, il faudra tout d'abord lui faire subir un grillage de façon à transformer le sel métallique en oxyde ou en métal natif.

Le minerai contenant l'oxyde métallique est alors broyé, et on forme avec la poudre ainsi obtenue une pâte avec un liquide électrolytique approprié à la nature de l'oxyde à obtenir. Cette pâte est alors placée dans un bac à parois perforées.

Ces bacs *a* sont fabriqués en toute matière convenable inattaquable par les produits mis en service.

On dispose entre les différents bacs placés parallèlement les uns aux autres les électrodes positives *b* et les électrodes négatives *c*. Ces électrodes *b c* sont également constituées par des corps inattaquables par les produits formés par l'électrolyse.

Les bacs et les électrodes sont disposés dans un récipient convenable.

S'il s'agit de traiter un minerai de zinc, par exemple, ce minerai est tout d'abord grillé de façon à ramener le zinc à l'état d'oxyde. On broie le minerai et, avec la poudre obtenue, on forme une pâte avec une solution de sulfate de soude qui constitue le liquide électrolytique. Cette pâte est alors placée dans les bacs *a* et on fait passer un courant électrique de 6 à 10 volts environ.

Dans les compartiments où se trouvent les électrodes positives, il se forme du sulfate de zinc, et dans les compartiments où se trouvent les électrodes négatives, il se forme du zincate de soude. Les deux liqueurs sont recueillies séparément et épurées, s'il y a lieu, par les procédés chimiques ou électro-chimiques connus.

Cela fait, on mélange les deux liqueurs, et il se forme alors de l'hydrate d'oxyde de zinc et le sulfate de soude est régénéré. L'hydrate d'oxyde de zinc ainsi produit est alors calciné, et on obtient finalement l'oxyde de zinc pur.

Le procédé qui vient d'être décrit est alors général, à la condition de faire varier la nature de l'électrolyte suivant celle du minerai à traiter. C'est ainsi, par exemple, que, pour le minerai d'étain, on emploiera le chlorure de sodium.

Pour le minerai de cuivre : le sulfate d'ammoniaque ;  
 Pour le minerai de plomb ; l'azotate de soude ;  
 Pour l'oxyde de chrome, manganèse etc. ; le sulfate de soude ;  
 Pour les minerais des métaux supérieurs : un mélange de chlorure de sodium et d'azotate de soude.

**RÉSUMÉ.** — Le procédé ci-dessus décrit, pour le traitement des minerais par l'électrolyse en partant d'un minerai contenant le métal soit à l'état natif, soit à l'état d'oxyde ; ce procédé consistant à

réduire en poudre le minerai, à en former une pâte avec un électrolyte approprié à la nature du métal ; à placer cette pâte dans des bacs à parois perforées disposés parallèlement dans un récipient contenant également les électrodes positives et négatives ; à recueillir les liqueurs qui se produisent dans les compartiments anodiques et cathodiques ; à les épurer et finalement à les mélanger en vue d'obtenir ; d'une part, la formation d'un hydrate de l'oxyde du métal et, d'autre part, la régénération de l'électrolyte employée ; l'hydrate de l'oxyde du métal étant ultérieurement calciné en vue de l'obtention de l'oxyde même, ainsi qu'il a été ci-dessus spécifié.

**Procédés pour durcir et cémenter le fer et l'acier doux.** — Brevet n° 345.642. SOCIÉTÉ CYANID GESELLSCHAFT. MIR BESCHRANKTER HAFTANG. 17 août 1904.

Pour durcir et cémenter le fer, l'acier doux, etc., on a employé principalement, jusqu'ici, les procédés suivants :

1° Chauffage de l'objet à durcir ou à cémenter avec des déchets organiques d'animaux, tels que des déchets de corne des sabots, de la poudre de cuir, de la poudre de sang, mélangés avec de la suie, du chlorure de sodium ou du chlorure d'ammonium, ce qui permet d'obtenir une poudre riche en carbone et en azote ;

2° Chauffage de l'objet à durcir ou à cémenter avec du carbure de calcium et du carbure de baryum ;

3° Action d'une flamme riche en carbone sur le métal chauffé ;

4° Action d'électrodes en charbon sur le métal sous l'influence du courant électrique.

Les procédés du premier groupe présentent l'inconvénient d'une action inégale, de telle sorte qu'il se produit souvent des places douces dans le métal durci.

Le deuxième procédé peut entraîner des accidents par le carbure non décomposé ou non enlevé de la surface du métal lorsqu'on l'éteint dans l'eau.

Les troisième et quatrième procédés sont longs et coûteux. Les inconvénients ci-dessus indiqués sont, au contraire, évités par le procédé actuel qui consiste dans l'emploi du cyanamide (cyanamide, dicyanodiamide, tricyanotriamide) ou ses combinaisons alcalines ou alcalino-terreuses.

Le mélange de calcium-cyanamide et de charbon, selon le brevet n° 286.826 du 12 juin 1899, a donné de très bons résultats.

On peut également employer un mélange de calcium cyanamide avec du charbon de bois ou du charbon animal (déchets organiques carbonisés) ; on peut également ajouter au calcium-cyanamide ou au mélange de celui-ci avec le charbon un fondant approprié, notamment un sel alcalin ou alcalino-terreux, comme, par exemple, le carbonate de soude, le chlorure de sodium, le chlorure de calcium, le fluorure de calcium, etc.

On peut également employer, de la même manière que le calcium cyanamide, la cyanamide ( $CN^2 H^2$ ), la dicyanodiamide ( $C^2 N^4 H^4$ ), la tricyanotriamide (mélatrine,  $C^3 N^6 H^6$ ), soit seules, soit en mélange entre elles, éventuellement avec addition de charbon ou d'un fondant. L'action est en général plus énergique lors de l'emploi du calcium-cyanamide.

Le cyanamide technique qui, en dehors de la cyanamide renferme encore du charbon, convient particulièrement.

Le baryum-cyanamide ou la strontium-cyanamide ou une cyanamide alcaline peuvent être employés de la même manière.

Les cyanamides alcalines ou alcalino-terreuses peuvent également être employées en mélange avec de la cyanamide, de la dicyanodiamide ou de la tricyanotriamide.

Le procédé est réalisé de la façon connue pour la cémentation ou le durcissement. On place, par exemple, le métal dans la matière qui est de préférence en poudre et on chauffe environ jusqu'à l'incandescence au rouge et on répand la matière sur ce métal.

La quantité de cyanamide ou de ses dérivés ou des matières additionnelles à employer dépend du degré de durcissement désiré et de la durée d'opération du procédé et peut être facilement déterminée par les essais.

Le procédé convient, en général, pour le durcissement et la cémentation du fer ou de l'acier et tout particulièrement pour l'amélioration et la fabrication d'outils, de limes, de plaques de blindage.

**RÉSUMÉ.** — L'invention concerne essentiellement un procédé pour la cémentation et le durcissement du fer et de l'acier caractérisé en ce qu'on chauffe le métal avec de la cyanamide (dicyanodiamide, tricyanotriamide) ou ses combinaisons alcalines ou alcalino-terreuses, avec ou sans addition d'une matière contenant du carbone et addition éventuelle de fondants.

Dans son numéro de novembre **La Houille Blanche** publiera les résultats d'essais comparatifs de jaugeages effectués en même temps sur un déversoir et avec un moulinet de Woltmann.

## INFORMATIONS DIVERSES

### Une conduite gigantesque.

Cette conduite, qui n'a pas moins de 565 kilomètres de longueur a été construite pour l'alimentation en eau potable de Coolgardie et de Kalgoorlie (Australie occidentale) et a fait l'objet d'une étude de M. RAULIN dans le *Génie Civil*.

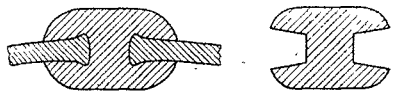
Ce district minier aurifère est dépourvu de sources et les pluies y sont très rares. Aussi se vit-on obligé d'aller capter l'eau du torrent Helena, situé près de Mundaring et de Perth, dans les monts Darling, à 50 kil. de la côte ouest de l'Australie. On y a créé un vaste réservoir de 20 800 000 m<sup>3</sup>, correspondant à une consommation journalière de 23 000 m<sup>3</sup> pendant deux ans, au moyen d'un barrage en béton dont le couronnement est à 33<sup>m</sup>50 au-dessus du lit du torrent. La largeur de ce barrage est de 4<sup>m</sup>50 à la crête et de 36 mètres à la base. Sa longueur est de 230 mètres et le lac artificiel qu'il crée a 13 kms de long. Le bassin hydrographique du torrent qui alimente le réservoir est de 1 475 kilomètres carrés.

La longueur de la canalisation est de 565 kms 670 et la différence des niveaux extrêmes est de 309 ms. La canalisation a été divisée en 9 sections ayant respectivement 2, 122, 101, 52, 74, 51, 72, 53 et 38 kms de longueur et comporte 8 usines élévatoires. Une usine élévatoire se trouve en tête de chacune des 8 premières sections. Le point culminant de la conduite se trouve dans la 8<sup>e</sup> section et un réservoir de 54 400 m<sup>3</sup> y a été établi d'où l'eau s'écoule par simple gravité. A Coolgardie, on a établi un réservoir de 4 450 m<sup>3</sup>, et un autre de 9 000 à l'extrémité de la conduite, à Kalgoorlie.

Les pompes de la première usine élévatoire aspirent l'eau dans le grand réservoir de l'Helena. Les autres usines ont des réservoirs d'aspiration : de 2 000 m<sup>3</sup> pour la seconde et 4 500 pour les suivantes.

La pression du refoulement est de 137<sup>m</sup>16 d'eau pour les 4 premières usines et de 68<sup>m</sup>58 seulement pour les 4 dernières.

Le diamètre intérieur de la conduite est de 0<sup>m</sup>762. Elle a été construite suivant le *locking bar system* qui comporte l'emploi de tuyaux en acier Me-phan-Ferguson sans rivure. Ce système est plus économique que celui des tuyaux soudés et plus sûr



que celui des tuyaux rivés. Les tuyaux sont formés par deux demi-cylindres, en tôle, réunis le long de leurs génératrices de contact par deux espèces d'agrafes à section elliptique. Les bords des tôles, préalablement refoulés, sont engagés dans les dents de l'agrafe, puis les bords de celle-ci sont rabattus et fortement matés. L'épaisseur des tôles est de 6<sup>m</sup>/m pour les parties où la pression est inférieure à 120 mètres d'eau et de 8<sup>m</sup>/m pour les charges supérieures.

La longueur des tronçons de tuyaux est de 8<sup>m</sup>50. Ceux-ci sont réunis longitudinalement par des manchons d'assemblage avec joints au plomb.

La conduite a été revêtue intérieurement d'un enduit destiné à la protéger contre la corrosion de l'eau. Cet enduit est composé, à poids égal, d'asphalte et de goudron de houille.

Les travaux ont été commencés en mars 1898 et en janvier 1903, l'eau arrivait à Kalgoorlie, point extrême. Celle de Thiremere à Manchester (148 kms) a duré 5 ans ; celle du Bala Lake, à Liverpool (110 kms) a demandé 11 ans.

La vitesse de l'eau dans la conduite est de 0<sup>m</sup>65 environ et la perte de charge totale de 376 mètres. La charge totale à laquelle travaillent les usines est de 823 ms.

Les dépenses se sont élevées à 67 millions de francs.

### Institut Electrotechnique de Grenoble

Liste des élèves ayant obtenu le *diplôme d'ingénieur électricien* de l'Université de Grenoble (I. E. G.) aux examens de fin d'année de juillet 1905 : MM. BOUCHET, DECOMBE, DUMAINE, FERRON, FOULHOUZE, GUEDENEY, VADOT.

*Certificat d'études électrotechniques* : M. Chevrant.

Prix institués en faveur des élèves-ingénieurs de l'Institut :

1<sup>o</sup> *Prix de la Chambre de Commerce de Grenoble* consistant en un lot de livres (50 francs), attribuable à l'élève reçu le premier, avec félicitations du jury, à l'examen de fin d'année : M. GUEDENEY.

2<sup>o</sup> *Prix de la Société pour l'encouragement des études techniques* consistant en un instrument de mesures ou en une trousse d'électricien, attribuable à l'élève jugé le plus habile en travaux pratiques : M. VADOT.

3<sup>o</sup> *Prix de la Maison Geoffroy et Delore* fabricants de câbles électriques, 28, rue des Chasses (Clichy), consistant en un chronomètre, attribuable à l'élève sortant avec le n<sup>o</sup> 1 en possession du diplôme d'ingénieur électricien : M. FOULHOUZE.

4<sup>o</sup> *Prix de la Revue La Houille Blanche* consistant en une somme de 30 fr. et en un abonnement d'un an à la Revue, attribuable à l'étudiant ayant présenté un compte rendu de visite d'usine ou de stage jugé digne de cette distinction : M. DUMAINE.

### Poteaux et Pylônes en Béton Armé.

Dans son numéro d'août 1905, le journal : *Le Béton Armé*, publiait la note suivante :

« Il paraît que l'usine d'électricité de Zurich se trouve fort bien d'employer, pour ses lignes de transmission, des poteaux de bois que protège un revêtement de ciment. On peut même dire que c'est là du ciment armé. On enroule, autour du poteau, de la toile métallique que des colliers maintiennent à distance convenable; on pose ensuite l'enduit de ciment qui présente une épaisseur de 4 à 5 centimètres. Les poteaux en sont étrangement renforcés ». (*Moniteur des Travaux Publics*).

« Il y a longtemps que nous faisons des poteaux en ciment armé, mais nous avons soin de retirer le bois, pour qu'en se pourrissant il ne fasse pas fissurer le ciment, ce qui pourrait arriver dans l'espèce.

« Tout récemment, un grand progrès a été accompli par l'excellent moule d'acier expansible de MM. Rossignol et Delamarche, de Grenoble, qui permet de couler avec sécurité et rapidité des pylônes creux de 16 ms à 18 ms, d'une grande résistance et d'une légèreté remarquable qui en facilite le transport ».

« D. M. »

Nous avons assisté, il y a quelque temps, à la confection d'un certain nombre des poteaux tubulaires fournis par la maison Rossignol et Delamarche, de Grenoble, à la Société Grenobloise de Force et Lumière pour l'amenée du courant triphasé haute tension qui alimente actuellement la ville de Vienne (Isère).

Ces poteaux sont constitués par un treillis métallique composé de tiges d'acier, disposées suivant les génératrices d'un tronc de cône très allongé, et reliées entre elles par des fils de fer. Cette armature métallique, construite à part, mais sur le lieu même de confection des poteaux, c'est-à-dire en plein champ, est portée dans un moule tronconique amovible où elle est noyée dans du mortier de ciment prompt coulé à l'état semi-fluide.

La coulée du béton se fait d'abord par la base, et le sommet est à peine terminé que l'on peut déjà démouler la base. L'opération finie, le moule est enlevé, prêt à servir pour la coulée d'un autre poteau.

Ces poteaux paraissent inusables et leur emploi tend à se généraliser. C'est ainsi que la maison qui les construit est en train d'exécuter, pour la même Société, une ligne de 22 kilomètres, entre Oyeu et Buisse, près Voiron.

### La Houille Blanche en Norvège.

On vient d'installer tout récemment une station centrale hydro-électrique, sur le fleuve Glommen, destinée à fournir le courant électrique nécessaire à la ville de Drammen. Nous en donnons une courte description d'après *L'Industrie Electrique*.

La chute d'eau utilisable a une hauteur de 14,50 m. et un débit de 30 m<sup>3</sup> : s, correspondant à une puissance disponible de 4 300 chevaux. Le tunnel principal établi pour amener l'eau est creusé en galerie sous les rochers et a une longueur de 70 mètres, une largeur de 10 mètres. Les conduites d'amenée d'eau aux turbines sont constituées par deux tunnels de 15<sup>m</sup> de section. Ces deux tunnels sont revêtus de béton en ciment : ils débouchent dans les conduites forcées des turbines constituées par des tubes d'acier de 2 mètres de diamètre.

L'énergie électrique est produite sous forme de courant triphasé à 5000 volts : la tension est élevée par des transformateurs à 20 000 volts pour la transmission d'énergie dont la longueur atteint 33 km. Une sous-station de transformation, établie à l'entrée de la ville de Drammen, abaisse la tension de

18000 à 4500 volts : pour la distribution aux particuliers, cette tension est à nouveau abaissée à 220 volts.

Les unités actuellement installées à l'usine génératrice consistent en deux groupes 660 kw ; deux nouveaux groupes de 880 kw seront prochainement mis en place. Deux excitatrices entraînées par des turbines de 50 poncelets sont également installées et seront complétées par une troisième unité : ces petites turbines sont alimentées par une conduite forcée en acier de 1 mètre de diamètre.

Les grandes turbines sont du type double Francis et fonctionnent à une vitesse angulaire de 214 t : m. Le réglage est effectué au moyen d'aubes mobiles en acier que déplace le servo-moteur du régulateur. Chaque turbine est munie d'un volant en acier ayant un moment d'inertie de 650 000 kg : m<sup>2</sup>. Chaque turbine possède un régulateur de vitesse à servo-moteur hydraulique : ces régulateurs peuvent être commandés depuis le tableau de distribution, pour le couplage des alternateurs en parallèles. L'eau sous pression, nécessaire aux régulateurs, est fournie par un accumulateur et des pompes qu'entraîne un électromoteur de 5 kw.

Les excitatrices sont commandées par des turbines Francis simples munies également d'un volant. Ces turbines possèdent aussi des régulateurs automatiques à servo-moteurs hydrauliques. Ceux-ci reçoivent l'eau sous pression directement des tubes d'amenée d'eau. La vitesse de rotation de ces machines est de 650 t : m.

Les alternateurs fournis par les ateliers d'Oerlikon sont à induit fixe et inducteur mobile, les constantes principales de ces machines sont : tension 5000 volts, vitesse angulaire 214 t : m. puissance 770 kw pour  $\cos \varphi = 1$ , fréquence 50 p : s.

L'excitation absorbe 7 kw à pleine charge pour  $\cos \varphi = 1$  et 14 kw à pleine charge pour  $\cos \varphi = 0,8$ .

L'élévation de température d'une partie quelconque de l'alternateur après un fonctionnement de 24 heures ne dépasse par 40° C.

### Chemin de fer Aoste-Martigny.

La Société Anonyme Jacob Rieter et C<sup>ie</sup>, de Winthertur, a présenté un projet, ainsi que la demande en concession d'une dérivation de cinq modules d'eau de la Doire Baltée, sur le territoire de Courmayeur, au chalet de Monta, pour la production de 1050 chevaux effectifs destinés à la traction électrique du chemin de fer, à écartement réduit, d'Aoste à Martigny par le col Ferret (\*).

La hauteur de la chute est de 200 mètres et l'usine hydro-électrique doit être installée à La Palu. Le coût des travaux serait d'un peu plus de 300 000 francs.

### Transmission d'énergie au Canada

La Vancouver Power et C<sup>o</sup> a entrepris, en 1898, l'utilisation de l'eau du lac Coquitlam, pour fournir l'énergie électrique aux villes de Vancouver, New-Wetminster et communes adjacentes (Colombie Anglaise). L'eau du lac, dont l'altitude est d'environ 130 m. au-dessus du niveau de la mer, est amenée par un tunnel de 4 km. au lac Troute, dont le niveau est à une altitude inférieure d'environ 10 m. à celle du lac précédent. Ce lac Troute sert de réservoir et est à environ 28 km. de Vancouver.

La station centrale, placée à 540 m. du lac Troute, reçoit l'eau au moyen de 10 conduites de 1,35 m. de diamètre et de 2 conduites de 60 cm. de diamètre aboutissant à la digue du lac Troute. La partie supérieure de ces conduites est en bois, mais les 300 derniers mètres sont en tôle d'acier rivée.

Après son achèvement complet, la station centrale comprendra quatre unités de 2200 kw et pourra être agrandie pour produire 22000 kw. Chaque unité est composée d'un alternateur triphasé Westinghouse accouplé en deux roues Pelton placées de chaque côté. L'arbre commun est creux et est parcouru par une circulation d'eau pour son refroidissement dans les paliers à bagues. La vitesse angulaire est de 200 tours par minute et la fréquence des courants triphasés de 60 périodes par seconde.

La tension des courants triphasés est élevée à 20 000 volts par des groupes de transformateurs à refroidissement artificiel par circulation d'air. L'énergie est transmise sous cette tension aux sous-stations de Vancouver, Burnaly, New-Wetminster et Lulu-Island.

(\* ) Voir *La Houille Blanche*, Mars 1904.

La ligne de transmission est double ; elle est supportée par des pylônes métalliques.

Après du village de Barnet, il y a une portée de 830 m. ; les câbles sont en acier et les tours de support ont 42 m. de hauteur au-dessus du niveau du cours d'eau que la ligne traverse

## BIBLIOGRAPHIE

**Le Tachymètre enregistreur Audebrand.** — Notre collaborateur, le commandant AUDEBRAND, vient de mettre en librairie, simultanément : à Grenoble, chez GRATIER et REY, 23, Grande Rue ; à Paris, chez DESFORGES, 39, quai des Grands-Augustins (VI<sup>e</sup>), le mémoire complet sur le *tachymètre enregistreur* qu'il a produit en 1904 au Congrès tenu à Grenoble par l'Association française pour l'avancement des sciences.

Nous ne saurions trop recommander à nos lecteurs de se procurer cette brochure sans tarder : elle est tirée à un nombre très restreint d'exemplaires et se vend cependant à un prix très modique (3 fr.). Nous rappelons que le tachymètre en question procure à l'ingénieur, non seulement un moyen facile de compter les tours des arbres des rotors, mais encore un moyen aussi simple que rigoureux de déterminer toutes les circonstances d'une rotation dans un temps donné et, par suite, un moyen commode d'évaluer le *coefficient d'irrégularité* que les électriciens ont tant d'intérêt à connaître avec exactitude.

**Traité Élémentaire de la Stabilité des Constructions**, par J. MÉTOUR, Ingénieur des Ponts et Chaussées. Grand in-8° de 662 pages, 400 figures et 15 planches hors texte. BÉRANGER, éditeur. Paris 1905. 30 fr.

Dans ce volumineux traité, M. J. Métour, ingénieur des Ponts et Chaussées, s'est attaché à créer un ouvrage à la fois précis et pratique de manière à pouvoir être lu et mis à profit par tous ceux qui ont à s'occuper de résistance des matériaux et de stabilité des constructions.

Ce livre peut être lu par toute personne possédant le programme de mathématiques élémentaires des lycées ; à cet effet, l'auteur a consacré les 50 premières pages à un rappel des premières notions d'analyse mathématique absolument nécessaires pour la bonne compréhension du corps principal de l'ouvrage.

L'auteur commence par établir les formules couramment employés dans la pratique de la résistance des matériaux : tension, compression, torsion, flexion de pièces encastrees ou non. Dans les applications, M. Métour se sert indifféremment des formules algébriques et de la statique graphique, de manière à donner des solutions aussi simples que possible.

Des chapitres spéciaux sont consacrés aux poutres à treillis, aux poutres droites à plusieurs travées, au contreventement et à la rivure des pièces métalliques, aux arcs articulés ou encastres, aux ponts suspendus, etc.

L'étude des massifs en maçonneries ne remplit pas moins de 80 pages. Elle comprend la loi du trapèze, les barrages en maçonneries, les murs de soutènement, et l'étude des voutes par la méthode de Méry et par celle de l'arc élastique.

Ce livre se termine par un annexe consacré à diverses questions de travaux publics, notamment à une description des pieux à vis pour fondations importantes.

Enfin 15 planches hors texte, de 28 cm. X 46 cm. donnent les épures de statique graphique d'un certain nombre d'ouvrages étudiés dans le texte.

H. B.

### LIVRES NOUVEAUX EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

*Leçons d'électrotechnique générale*, tome II, courants alternatifs, JANET, in-8°, 11 fr.

*Le Four électrique*. A. MINET, in-8°, 5 fr.

*Electric Instruments and Testing*. SCHNEIDER, in-8°, 6 fr. 25.

*On Some Disregarded points in the stability of masonry Dams*. L. W. ATCHERLEY et Karl PEARSON. In-4°, 5 fr.

L'Imprimeur-Gérant : P. LEGENDRE.