

beaucoup trop reçoivent encore les bêtes mortes que l'on y jette, loin de toute surveillance effective.

Le plus curieux, le Caüigno de los Goffios, aboutit, à 50 mètres sous terre, à une vaste grotte, qui est une merveille naturelle de premier ordre. Elle renferme notamment un véritable monument de stalagmite, haut de 25 à 30 mètres, qui est un des plus grands que l'on connaisse ; l'aménagement de cette cavité serait très facile et peu coûteux à réaliser ; il assurerait la fortune de la commune de Bélesta dans une région fort pittoresque.

**PYRÉNÉES-ORIENTALES.** — La dernière question étudiée avait pour objet l'utilisation, conformément à la demande de M. Roquet-Lalanne, des sources de la Rigole et de Fontdame, près Salces et Rivesaltes.

On a pu établir nettement que ces sources, qui sortent au niveau de la mer, ont pour aliment principal, non pas comme on le croyait les eaux souterraines des Corbières, provenant des infiltrations, des abîmes et des barrenes d'Opoul à l'ouest, mais une nappe générale d'infiltrations venant sans doute de l'Agly en amont de Rivesaltes.

Le projet, depuis longtemps conçu, d'aller chercher, par un tunnel très coûteux, la soi-disant rivière souterraine d'Opoul, aboutirait à un échec complet. Il faut, au contraire, par de simples tranchées exécutées en amont des sources dans des points très favorables, qui ont été déterminés sur place, recouper à une profondeur très modérée la nappe principale qui alimente les deux sorties d'eau.

**CONCLUSION GÉNÉRALE.** — « Tels sont, dans leurs grandes

lignes, les principaux résultats des recherches de 1907 à 1909. Elles ont fait connaître que les Pyrénées présentent, avec un développement considérable, le phénomène des gouffres et des absorptions dont on ne savait jusqu'ici à peu près rien. Elles ont révélé plusieurs curiosités naturelles particulièrement remarquables ; enfin, elles ont établi que les problèmes d'utilisation pratique d'eaux souterraines pourront y être étudiés en grand nombre, selon les besoins locaux. C'est à d'autres initiatives privées ou publiques qu'il appartient désormais d'en poursuivre les détails et l'exécution, en se guidant sur les bases fixées par nos exemples.

« Les prévisions sur la fissuration du sous-sol pyrénéen se trouvent formidablement dépassées, dès la première consultation méthodique dont il est l'objet ; déjà on avait formellement constaté que Normandie, Champagne, Lorraine, Bourgogne, Jura, Suisse, Dauphiné, Provence, Languedoc, Rouergue, Périgord, Angoumois, Poitou, sont voués aux terreurs de la disparition ou de la contamination des sources de par le cavernement de leurs sols absorbants.

« De Perpignan à Bayonne aussi, toute la bande calcaire allongée sur les pentes nord des Pyrénées se révèle intensivement victime des mêmes menaces. Pour en conjurer les effets il ne faut épargner ni peines ni dépenses.

« Contre la dessiccation et la pollution, toujours grandissantes, il faut universellement appliquer toutes les énergies et toutes les ressources disponibles, pour la sauvegarde et la récupération déjà bien tardives de cette fuyante sève de toute vie terrestre, l'eau ! »

## REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET DES PUBLICATIONS TECHNIQUES

### ACADÉMIE DES SCIENCES

#### MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES

**Sur le rôle des ampères-tours longitudinaux au moment de la commutation dans les machines dynamo-électriques à courant continu.** Note de M. R. SWYNGEDAÛW, présentée par M. Marcel Deprez, séance du 9 décembre 1912.

Soit un induit de dynamo à courant continu, tournant en génératrice. On sait qu'on appelle ampères-tours longitudinaux, le nombre des ampères-tours contenus dans le double de l'angle de calage.

L'action de ces ampères-tours sur le flux de l'induit est bien connue, mais le rôle qu'ils jouent dans la commutation n'a pas été complètement compris parce qu'on les considérait comme constants.

Supposons qu'il s'agisse d'un induit lisse sur la périphérie duquel les conducteurs sont régulièrement répartis et considérons un balai ne couvrant qu'une lame du collecteur. Désignons par 1 et 2 les lames mises en court circuit par le balai, 2 étant la lame la plus voisine de la ligne neutre.

Considérons l'angle dièdre dont l'arête est l'axe de l'induit, dont l'une des faces est le plan diamétral qui passe par la connexion de la lame 2 avec l'enroulement induit et dont l'autre face est le plan symétrique du précédent par rapport au plan neutre. Le nombre des conducteurs compris entre les faces du dièdre est égal à  $2\pi n/c$ ,  $n$  désignant le nombre des conducteurs périphériques portés par l'induit et  $c$  le nombre de lames du collecteur,  $2\pi$  étant le nombre entier ou fractionnaire de sections d'induit compris dans le dièdre.

Comptons le temps à partir de l'instant où la lame 2 va com-

mencer à s'engager sous le balai ; soit  $T$  la durée du court circuit. Depuis l'instant  $t = 0$  jusqu'à l'instant  $t = T$ , la section connectée aux lames 1 et 2 est mise en court circuit ; à l'instant  $t = 0$  une ligne de force du flux principal rencontre un nombre d'ampères-tours antagonistes égal à :

$$2\gamma \frac{n}{c} i_x + \frac{n}{c} (i_x + j),$$

$i_x$  désignant le courant dans les conduits induits contenus dans l'angle de calage et  $j$  le courant dans les conducteurs de la section en court circuit, positivement compté dans le même sens que le premier ;  $j$  a la valeur  $i_x$  à l'instant  $t = 0$ .

A l'instant  $t$  compris entre zéro et  $T$ , la lame 2 est couverte par le balai sur une fraction  $t/T$  de sa surface, la section en court circuit s'est éloignée de la ligne neutre de la fraction  $t/T$  d'une lame de collecteur et, par suite, l'angle dièdre défini précédemment comprend  $2nt/cT$  spires de plus qu'à l'instant  $t = 0$ , de sorte qu'à l'instant  $t$  la ligne de force du flux utile rencontre un nombre d'ampères-tours longitudinaux antagonistes égal à :

$$A = 2\gamma \frac{n}{c} i_x + \frac{n}{c} (i_x + j) + \frac{2nti_x}{cT}.$$

M. Allen et dernièrement M. Mauduit ont signalé certains effets des ampères-tours de court circuit, mais on n'a rien écrit jusqu'ici sur le rôle des ampères-tours  $2nti_x/cT$ .

Or, d'après des considérations exposées antérieurement, la variation des ampères-tours longitudinaux produit une variation de flux qui leur est proportionnelle ; et l'on peut considérer cette variation de flux comme produite par la superposition au flux principal d'un flux antagoniste se fermant en partie à travers les inducteurs et en partie à travers l'air dans l'espace intermédiaire par, ce que j'ai appelé antérieurement, les fuites à court trajet.

La variation linéaire  $2\pi n i_a / cT$  des ampères-tours longitudinaux crée donc une variation de flux linéaire à travers chacune des spires de la section court fermée, cette variation induit dans chacune de ces spires une force électromotrice constante. Cette force électromotrice  $e_c$  est d'ailleurs proportionnelle au taux de variation de ces ampères-tours :

$$e_c = 2k \frac{n i_a}{cT},$$

$k$  est un coefficient constant qui dépend de la constitution des circuits électrique et magnétique de l'induit, des inducteurs et du circuit des fuites ;  $cT$  représente la durée d'un tour ; par suite, lorsque l'induit tourne à raison de  $n$  tours par seconde, le mouvement du collecteur sous le balai crée par réaction sur les ampères-tours longitudinaux, une force électromotrice constante :

$$e_c = 2kn N i_a,$$

Il est aisé de voir que cette force électromotrice favorise la commutation. En effet, le flux utile traverse les spires de la section en court circuit, en pénétrant par leur face gauche (pour le sens positif choisi pour  $j$ ) et, par suite, une diminution du flux utile, engendre sous les spirés une force électromotrice qui tend à créer un courant de sens contraire à celui qui parcourait la section avant le court circuit.

Arnold a montré, d'autre part, que le mouvement de la section court fermée dans le champ transversal de l'induit engendre une force électromotrice :

$$e_q = k'n N i_a,$$

qui s'oppose à la commutation,  $k'$  étant une constante dépendant surtout de la réluctance du flux transversal.

Dans certains cas particuliers, les deux forces électromotrices  $e_c$  et  $e_q$  s'équilibrent ; mais ce n'est pas le cas général.

## APPAREILS ÉLECTRIQUES

**Sur l'emploi de résistances de chrome métallique granulaire pour le chauffage électrique.** Note de M. O. DONY-HENAUULT, présentée par M. Henry Le Chatelier, séance du 6 janvier 1913.

La présente Note a pour but de faire connaître une méthode nouvelle de chauffage électrique permettant d'éviter l'usage dispendieux du platine dans les fours à résistance métallique et d'atteindre des températures plus élevées qu'à l'aide de ce métal précieux.

Le chrome est, en effet, moins fusible que le platine et très peu altérable ; tandis que ce dernier ne peut être chauffé sans danger au delà de  $1600^\circ$ , le chrome paraît pouvoir fournir des températures voisines de  $2000^\circ$ , mais l'absence de malléabilité et de ductilité de ce métal, qui rend impossible l'emploi de lames ou de fils en a fait rejeter l'emploi.

Il paraît cependant souhaitable qu'à côté des fours à arc engendrant plus de  $3000^\circ$ , les laboratoires possèdent des fourneaux à résistance métallique, peu coûteux, fonctionnant avec un empilage modéré et pouvant être chauffés directement à des températures inférieures ou supérieures à  $2000^\circ$  ; l'étude approfondie des réactions endothermiques des fours électriques serait facilitée par ce fait.

Dans ce but, nous nous sommes proposé d'utiliser, comme substances chauffantes des fours à résistance métallique, les poudres granuleuses des métaux réfractaires : chrome, molybdène, tungstène ; les essais préliminaires que nous résumons ici ont porté sur l'emploi du chrome, aluminiothermique, concassé, pulvérisé au broyeur à boulets, débarrassé de fer par l'aimant, puis trié au tamis ; nous espérons revenir bientôt sur l'emploi des autres métaux réfractaires.

On sait que si l'on veut faire passer un courant appréciable à l'aide d'une force électromotrice modérée à travers une masse de grains métalliques, il faut comprimer la poudre ; celle-ci obéit à la loi d'Ohm à partir d'une pression minimum dépendant de la nature et de la grosseur des grains. Mais l'emploi de la pression pour frayer au courant son chemin à travers le métal ne serait

pas pratique dans le cas d'enceintes chauffantes de formes variées. On peut s'en affranchir par plusieurs moyens :

a. Les expériences, aujourd'hui classiques, d'Ed. Branly sur lesquelles est fondé l'usage des *cohérences granulaires* en télégraphie sans fil, enseignent que la conductivité d'amas pulvérulents peut être amorcée par l'action à distance des étincelles ou décharges électriques.

b. Si l'on saupoudre d'une couverture fine de graphite Acheson un lit de chrome métallique divisé et qu'on applique aux extrémités de la couche deux électrodes attachées à une source de 110 volts ou plus, le courant s'établit brusquement après quelques instants dans la masse métallique ; l'amorçage est peut-être dû à l'échauffement.

c. En effet si un tube de quartz, garni de limaille de chrome, interposée entre deux charbons, est inséré dans un circuit de 110-120 volts, l'ampèremètre sensible reste au zéro, mais si l'on chauffe modérément la paroi siliceuse à l'aide d'un brûleur Bunsen, un courant intense s'établit brusquement après de courts instants. Cet amorçage thermique des radioconducteurs paraît digne d'être étudié et capable de contribuer à éclairer la théorie de la « radioconduction » dont Branly et Lodge se sont préoccupés.

Laissant de côté tout détail sur les particularités de nos expériences, auxquelles nous consacrerons à une autre place un exposé plus complet, nous esquissons sommairement la manière dont on peut pratiquer le chauffage à l'aide de poudres conductrices.

1° *Chauffage d'un creuset* (de quartz par exemple). — Dans un bloc réfractaire de magnésie, on creuse une alvéole ayant la forme du creuset ; on y place celui-ci en ménageant un espace régulier de 2-4 mm. entre les deux parois, puis on comble le vide à l'aide d'un filet de chrome pulvérulent.

On dépose finalement à la surface de celui-ci un anneau de graphite et l'on enfonce dans le métal, aux extrémités opposées d'un diamètre du creuset, deux balais de charbon. Un creuset de  $100\text{ cm}^3$  peut être chauffé ainsi très efficacement avec 15 ampères, jusqu'au point de ramollissement du verre de quartz. La tension aux bornes du courant est de 8-10 volts mais la conduction ne s'établit pas si l'on ne dispose pas d'un excès de tension ; jusqu'ici nous avons opéré sous 110 volts ; nous n'avons pas encore déterminé le supplément minimum de tension nécessaire.

2° *Fours à tubes*. — On verse, entre un manchon réfractaire pourvu d'une cavité cylindrique et un tube de quartz opalin ou encore entre deux tubes de quartz concentriques de diamètres différents, le tube externe étant à son tour placé dans un bloc calorifuge, une couche de grenaille de chrome qu'on emprisonne entre deux anneaux de charbon servant d'électrodes. Un four de 50 cm. de long et d'un diamètre utile de 28 mm. a été ainsi chauffé au blanc avec une force électromotrice de 15 à 50 volts aux bornes du tube.

3° On peut aussi construire un four tubulaire à espace annulaire, en plaçant dans l'axe du tube ou d'une cavité cylindrique un tube de quartz assez étroit rempli de grenaille de chrome insérée entre charbons ; les pertes calorifiques sont encore plus faibles, la chaleur centrale étant transmise à peu près intégralement à l'espace périphérique. Le tube chauffant est soutenu par deux bouchons réfractaires ; cette disposition paraît convenir pour l'étude des réactions au sein des gaz.

Nous nous en sommes tenu jusqu'ici aux enceintes de quartz opalin qui perdent leur rigidité au voisinage de  $1700^\circ$  et nous proposons d'étudier l'emploi d'*alundum* et d'autres enveloppes moins fusibles, magnésie, chaux, etc. Il paraît, en effet, possible, en appliquant à des parois infusibles le chauffage par métaux réfractaires divisés (molybdène point de fusion  $> 2500^\circ$ , tungstène  $2900^\circ$ ) de réaliser un chauffage économique intensif jusqu'à des températures très élevées. La nature métallique des résistances permettant d'atteindre ces températures élevées, avec un voltage modéré, le principe que nous signalons ici semble à première vue plus avantageux que celui des fours à cryptol dont la masse granuleuse est plus altérable.

## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

*La mise en valeur de nos richesses minérales.* —  
L. MERCIER, séance du 10 janvier 1913.

M. MERCIER, en prenant possession du fauteuil de la présidence de la *Société des Ingénieurs Civils de France*, a prononcé un discours très remarquable tant par l'importance des faits qu'il expose que par l'élevation des idées qu'appelle leur considération. Nous en donnons ci-après les principaux passages.

Dans les recherches de mines, le premier rôle, le rôle d'initiateur, est réservé aux géologues.

« Cette belle science de la Géologie nous a valu depuis, et nous réserve probablement encore, de nombreuses et fructueuses surprises. Grâce à elle, un bassin étendu et riche de sels de potasse a été récemment reconnu dans notre chère Alsace, ajoutant, s'il était possible, un regret nouveau à ceux que nous éprouvons tous. Dans l'ouest de la France, en Normandie, une nouvelle et considérable extension a pu être donnée à nos gisements de minerai de fer. L'Anjou et la Bretagne sont actuellement des terrains de recherches où règne une activité fiévreuse. Une couche de minerai de fer semble s'y développer d'une manière particulièrement régulière et continue dans le grès armoricain près du contact de celui-ci et des schistes ardoisiers d'Angers : schistes à calymènes des géologues. Les premiers résultats obtenus sont encourageants, ils font espérer que nous trouverons là une masse importante de minerai siliceux qui, s'alliant admirablement à nos minerais calcaires de l'Est, réunira pour le plus grand bien de notre industrie, les intérêts de ces deux provinces aujourd'hui si dissemblables.

« Ainsi la France apparaît dès maintenant en Europe comme un des pays les plus riches (sinon le plus riche) en minerai de fer. Malheureusement nos découvertes de combustibles ne présentent pas la même importance et rien, jusqu'ici, n'est venu infirmer les conclusions que formulait, ici même il y a cinq ans, M. Reumaux, et qui ont pu paraître pessimistes à quelques-uns. Les persévérants efforts des chercheurs, les sommes considérables qu'ils ont consacrées à leurs travaux, n'ont abouti qu'à de minces résultats qui, il faut bien le dire, ne modifieront guère la capacité de production des houillères françaises.

« L'équilibre se rompt de plus en plus entre notre production et notre consommation. Jusqu'en 1899, elles avaient suivi une marche sensiblement parallèle, laissant entre elles deux un écart déficitaire de 10 à 14 millions de tonnes. Depuis cette époque, l'excédent de la consommation sur la production s'est accru dans des proportions qui seraient inquiétantes s'il ne correspondait à un développement encourageant de notre industrie, développement qui s'affirme d'autant plus que les charbonniers ont fortement accru leur production.

« En prenant pour termes de comparaison les trois années 1890, 1900 et 1910, on constate qu'alors que l'extraction est montée chez nous de 26 millions de tonnes de houille à 33 millions, puis à 38 millions passés, la consommation est allée de 36 millions de tonnes, à 48 millions et enfin à 56 millions. L'écart entre les deux, partant de 10 millions de tonnes en 1890, arrive à 15 millions en 1900 et à 18 180 000 tonnes en 1910.

« Ainsi donc, en vingt ans, notre extraction de houille s'est augmentée de 50 %; mais l'écart entre la production et la consommation s'est accru de 75 %. L'importation comble le vide qui s'élargira probablement encore d'année en année, car rien jusqu'ici ne fait prévoir la découverte de gisements nouveaux ».

En ce qui concerne les métaux autres que le fer, notre situation est encore moins enviable. Pour une consommation de :

Plomb de 96 500 tonnes environ, nous avons produit 9 700 tonnes, soit 11,9 %.

Zinc de 48 000 tonnes environ, nous avons produit 23 000 tonnes, soit 47 %.

Cuivre de 84 000 tonnes environ, nous avons produit 57 tonnes, soit 0,07 %.

Etain de 8 000 tonnes environ, nous n'avons rien produit.

Si, pour rendre ces chiffres plus concrets, on les traduit en francs sans rechercher l'exactitude, mais en se basant simplement

sur des cours moyens, on arrive à conclure que nous avons payé en 1910, à l'étranger, 600 à 700 millions au moins pour notre approvisionnement en matières minérales, houille et métaux communs et, à ce chiffre considérable, il faut encore ajouter les frets et transports.

Certes, il ne faut pas juger ces chiffres avec pessimisme ; leur importance et leur accroissement constant sont de purs indices de la prospérité et du développement de nos industries, mais il est permis de se demander si nous ne pourrions pas nous libérer au moins partiellement de cette énorme rançon.

Si, en ce qui concerne la houille, les travaux de recherches ont été persévérants, en a-t-il été de même pour les minerais métalliques ? A-t-on bien cherché partout où il le fallait avec toute la ténacité désirable ?

M. Mercier estime que les géologues et les prospecteurs nous apporteront des découvertes intéressantes. A ce propos, il passe en revue les procédés de sondage.

« Le vieux matériel français au trépan et à chute libre est universellement connu. Il en est de même aujourd'hui des procédés Vogt et Raky où le trépan et les tiges de sondage sont solidaires, mais retenues dans leur chute par une suspension élastique ; un courant d'eau envoyé à l'intérieur des tiges remonte dans l'espace annulaire compris entre elles et le terrain, entraînant avec lui les roches pulvérisées par la chute du trépan. C'est l'application complète du procédé de l'Ingénieur français Fauvelle, qui a été perfectionné en Allemagne où, comme, hélas, beaucoup de nos découvertes, il s'est si bien acclimaté qu'il semble aujourd'hui y avoir pris son origine.

« Ces méthodes de sondage ont l'inconvénient très grave de broyer les roches traversées et ne fournissent comme témoins que des boues d'origine imprécise permettant très difficilement d'établir la succession des terrains traversés ; aussi a-t-on pensé à découper réellement dans le sol une colonne qui pourrait ensuite être remontée à la surface et sur laquelle on lirait avec la plus grande exactitude toutes les données géologiques utiles à connaître, la nature et l'épaisseur des bancs, leur inclinaison.

« Le premier outil choisi pour ce travail a été le diamant ; il donne d'excellents résultats lorsque certaines conditions sont réunies : roches particulièrement homogènes, section modérée, de moins de un décimètre en général, nécessité de réaliser une grande rapidité sans trop regarder à la dépense. Il ne se prête pas au forage des terrains granitiques et des poudingues, des conglomérats et autres roches formées de noyaux durs enclavés dans une pâte tendre.

« Dans les premiers, l'usure des diamants entraîne de telles dépenses que le procédé devient pratiquement inutilisable ; dans les conglomérats, les inégalités de résistance de la matière rendent le travail des diamants très irrégulier et arrivent fréquemment à en desservir quelques-uns.

« Un procédé nouveau, dit à la grenaille, inauguré en Amérique, et appliqué récemment en France, permet de traverser des terrains excessivement durs sans avoir recours à l'emploi coûteux du diamant.

« Imaginez un cylindre long de 6 à 7 m., ayant le diamètre du trou de sonde. Environ au tiers de sa hauteur viennent se fixer les tiges de suspension, creusées et permettant à l'eau d'injection de parvenir jusqu'à la base du trou de sonde. Ce cylindre est partagé en deux compartiments nommés : tube à sédiments à la partie supérieure, tube carottier à la base ; ce dernier est prolongé lui-même par la couronne à grenaille de même diamètre, en acier spécial plutôt doux, de 50 à 60 cm. de hauteur.

Tout cet ensemble est suspendu au jour à un câble équilibré au moyen de contreponds et est animé d'un mouvement de rotation assez rapide, de 100 à 140 tours par minute.

« La grenaille d'acier, en grains analogue à du plomb de chasse, est admise dans l'eau d'injection à l'aide d'un robinet spécial.

« Parvenue à la base de la couronne, la grenaille tourbillonne et rode véritablement la roche, produisant une fine poussière que l'eau entraîne. Le courant tout d'abord très rapide dans l'espace annulaire étroit compris entre le tube et les parois du trou de sonde, se ralentit immédiatement au-dessus du cylindre en raison

de l'élargissement brusque qui s'offre à son écoulement et les poussières se déposent dans le tube à sédiments.

« De temps en temps, on envoie de la grenaille fraîche pour remplacer celle que le frottement a usée.

« L'opération que nous venons d'analyser a pour effet de découper latéralement un cylindre de roche qui vient se loger dans le tube carottier. Lorsque celui-ci se trouve rempli, on soulève légèrement l'appareil pour qu'il ne repose plus sur le fond et on fait tourbillonner à sa base au moyen d'un fort courant d'eau des cristaux de quartz qui usent rapidement la roche et diminuent la section de la carotte. Celle-ci finit par se détacher et, des cristaux de quartz restant coincés entre elle et le tube carottier, il est facile de la remonter.

« Ce nouveau procédé de forage a été appliqué avec grand succès au cours de travaux entrepris récemment pour la recherche du minerai de fer en Normandie. Il a permis de traverser, rapidement, à des conditions peu onéreuses, des bancs de grès très durs dits « grès de May » alors que tous les procédés de sondage employés précédemment pour la traversée de ces terrains n'avaient donné que de médiocres résultats au prix de très grands sacrifices de temps et d'argent ».

La sonde est un outil très souple s'appliquant à presque tous les cas et permettant de vérifier les conceptions les plus hardies des géologues. Les profondeurs qu'elle peut atteindre dépassent maintenant 1 500 m. ; elles sont supérieures à celles que l'exploitation peut actuellement envisager.

Abordant ensuite la question des formalités administratives, l'orateur dit :

« Dans presque tous les pays, il faut compter avec les lenteurs à peu près inévitables des enquêtes administratives. En France, les formalités requises par la loi de 1810 ont toujours exigé de longs délais et chez nous, comme chez plusieurs autres grandes nations productrices, sous l'influence de tendances nouvelles qui se sont fait jour, on a pu craindre un moment que, placée entre la législation ancienne considérée comme vieillie et une législation future qui n'est pas encore au point, notre industrie des mines ne vit son essor arrêté dans son principe. Il faut reconnaître cependant que de louables efforts ont été faits ces temps derniers pour donner aussitôt que possible satisfaction aux légitimes aspirations des inventeurs. Des circonstances particulières, la crainte justifiée de certaines interventions, ont pu parfois retarder des solutions que l'on eût sinon souhaité plus rapides dans l'intérêt de notre industrie nationale.

« Ne nous lamentons donc pas outre mesure si l'attente des décrets de concessions exerce notre patience ; notons seulement que dans une nation comme la France qui est, ainsi que nous l'avons vu, aussi largement tributaire de l'étranger pour ses approvisionnements de houille et de minerai, l'intérêt primordial est que toutes les mines possibles soient exploitées. Si l'on doit imposer aux mines nouvelles des charges que ne supportent pas leurs aînées, qu'on évite soigneusement de rendre inutilisables des gîtes dont nous avons besoin et qui, sagement exploités, nous fourniraient un appoint précieux. Il faut remarquer, d'ailleurs que, au point de vue fiscal même, la part que l'État se réserverait dans certaines exploitations, peut ne pas compenser toujours les bénéfices qu'il aurait tirés indirectement d'une mise en valeur plus rapide, plus complète et plus intense de notre sous-sol, amenant un développement parallèle des autres industries ».

Une concession étant donnée, M. Mercier examine la mise en œuvre de son exploitation.

« Dès qu'a été promulgué le décret l'instituant, l'ingénieur a devant lui la carte du périmètre où vont se concentrer ses efforts. C'est une page blanche sur laquelle il doit tout écrire. Je ne connais pas de problème plus passionnant à résoudre, mais aussi plus préoccupant et redoutable que celui de prendre une affaire à son début, de concevoir l'ensemble des installations qu'elle nécessitera, d'en prévoir le développement ultérieur, afin de créer dès l'origine un ensemble bien coordonné, puissamment organisé, qui imprimera à l'affaire nouvelle une physionomie presque définitive et lui tracera des voies dont il lui sera, par la suite, difficile de sortir.

« J'ai toujours pensé que, pour y réussir, il fallait envisager l'avenir plus encore que le présent. Il ne faut pas craindre de prévoir largement.

« Certes, une affaire jeune, et surtout une mine qui doit compter avec tous les caprices du sous-sol, ne doit pas, dès sa naissance, se charger d'immobilisations trop lourdes ; mais le plan primitif doit être tracé de telle sorte que tout développement ultérieur y trouve son cadre naturel.

« Le premier soin de l'exploitant de mines sera donc de prévoir les développements dont son extraction sera susceptible, de faire l'étude de ce que j'appellerai les possibilités de son exploitation. Celles-ci dépendent à la fois de la situation commerciale et des facteurs caractéristiques du gisement à mettre en œuvre, tels que : prix de revient probable, emploi plus ou moins général du produit à obtenir, proximité d'un centre de consommation. L'aire d'expansion d'un produit est limitée par son prix de revient, elle s'élargit ou se restreint selon que celui-ci décroît ou s'augmente ».

C'est en somme le problème commun à toute industrie qui s'installe, détermination d'un prix de revient probable à comparer à un prix de vente possible, en tenant compte de la situation spéciale du marché que l'on envisage ; mais cet examen ne doit pas être limité aux données actuelles : il convient de chercher à déduire des variations passées des facteurs entrant en jeu, la loi de leurs variations prochaines.

Cette première étude achevée, le futur exploitant établit alors un programme des dépenses de premier établissement et en déduit le capital nécessaire à la constitution de la Société d'exploitation.

« Cette détermination du capital a une importance considérable qui pourra avoir sa répercussion sur tout l'avenir de l'affaire. Son calcul doit être large, mais sans exagération toutefois, pour laisser dans l'avenir la libre disposition des bénéfices en vue du développement de l'affaire et de la constitution de ses réserves, tout en permettant la répartition de dividendes raisonnables, en rapport avec l'accroissement de la production. Un calcul trop étroit pourrait, en raison des imprévus que présente la mise en exploitation, notamment le fonçage des puits, contraindre à des augmentations de capital qu'une sage administration redoute toujours et qui donnent parfois prise à la critique, même au discrédit, quand une affaire n'est pas encore productive.

« En principe, il faut que l'emploi du capital aille sûrement à l'époque où l'exploitation deviendra rémunératrice. Cette période franchie, on pourra faire alors appel au crédit par des emprunts qui, tout en permettant de donner aux installations l'ampleur que comportera l'exploitation progressive et complète du gisement, laisseront aux associés de la première heure toutes les promesses de l'avenir.

« L'établissement du programme des premiers travaux conduira à l'étude du plan des installations de la surface, conçues, comme je le disais tout à l'heure, avec un large esprit de prévoyance. C'est alors que se présentent les questions si variées que doit résoudre l'ingénieur : choix de l'emplacement des sièges d'extraction, achat des terrains, aménagement des voies d'accès, tracé des chemins de fer, projet de port d'embarquement, et enfin le problème capital du fonçage des puits.

« Celui-ci soulève tout d'abord la question de la force motrice, dont on doit, dès le début, disposer avec abondance.

« L'électricité, avec la souplesse qu'elle donne aux installations provisoires, est tout indiquée, et on ne ne conçoit plus guère qu'on puisse aujourd'hui se passer de son emploi ».

Deux cas peuvent alors se présenter : ou bien la concession est voisine d'installations anciennes susceptibles de fournir toute l'électricité dont on aura besoin dans les installations de fonçage ; et alors le plus simple est d'y avoir recours. Ou bien, au contraire, la concession est située dans une région neuve, exempte de toute industrie, comme la Campine. Il n'y a pas alors à hésiter ; l'établissement d'une centrale s'impose, centrale puissante, dont l'installation restera définitive tout en comportant les agrandissements possibles de l'avenir.

En ce qui concerne le fonçage des puits proprement dits, des progrès remarquables ont été réalisés dans cette branche de l'art des mines.

Les espérances de succès reposent sur les deux procédés de la cimentation et de la congélation des terrains, ou plutôt sur l'emploi de ces deux méthodes se prêtant un mutuel concours. Toutes deux ont pour principe d'encercler le futur puits de mines d'un réseau de sondages à partir desquels le ciment et les frigories pénétreront dans le sol pour en former un bloc étanche et compact dans lequel on pourra tailler en toute sécurité.

L'idée première en revient à M. Henri Portier. Elle consiste à injecter sous pression, dans les terrains, un lait de ciment qui pénètre dans les cassures. Le ciment se dépose, fait prise et, quand l'opération a été suffisamment prolongée, obstrue complètement les fissures. A l'avantage d'aveugler les venues d'eau, ce procédé joint celui d'amener le terrain à l'état de bloc compact et résistant. Les injections de ciment, faites avec succès depuis assez longtemps dans les Compagnies du Nord et du Pas-de-Calais, pour rendre étanches les cuvelages et les consolider, comme aussi pour assurer dans les travaux du fond la conservation des galeries, ont amené à essayer d'injecter de ciment les crevasses des craies et des marnes aquifères, pour faciliter les travaux de creusement des puits.

La première application du procédé fut faite en 1904 à la fosse n° 11 des Mines de Béthune ; les fissures des craies furent parfaitement remplies, et on rencontra seulement un peu d'eau dans les marnes que l'on traversa sans la moindre difficulté.

Ces résultats encourageants firent choisir désormais le nouveau procédé pour le creusement des puits, et les améliorations firent tomber les frais de cimentation au tiers des dépenses du procédé par congélation. Dans certains cas, même, on a eu recours à la cimentation pour assurer le succès de la congélation ; c'est ainsi qu'au n° 19 de Courrières, la congélation ayant échoué sur les douze premiers mètres en raison d'une active circulation d'eau superficielle, on a injecté, par douze sondages, 1 000 tonnes de ciment pour obstruer les fissures, diminuer par suite les pertes de frigories emportées par l'eau et assurer la congélation des terrains. Cette opération a parfaitement réussi.

« En résumé, dans les terrains aquifères non sableux, le procédé de la cimentation paraît aussi sûr que le procédé Poetsch, mais il offre sur lui le grand avantage d'être plus économique, plus rapide, de permettre des retouches en cours d'exécution des travaux, de consolider les bases en remplissant leurs cassures et de former, par suite, une large colonne de terrains compacts autour des puits ».

Il ne suffit pas à l'exploitant, dit ensuite l'orateur, de posséder des connaissances propres au mineur, de résoudre journallement des problèmes de géologie appliquée, d'assurer par des travaux préparatoires une base stable à son extraction ; il doit encore, par des analyses chimiques, étudier les produits dont il dispose en vue de leur enrichissement et de leur traitement. Il dépend encore du chimiste pour ses explosifs, du mécanicien et de l'électricien pour les machines si nombreux et si variées nécessaires à la perforation et à l'extraction comme à l'aérage. Si l'on songe, en outre, qu'il doit établir des ateliers, des chemins de fer, des ports d'embarquement, qu'il lui faut encore et par dessus tout se montrer commerçant et administrateur, on juge combien multiples sont les concours qu'il doit savoir grouper autour de lui.

Aussi son premier soin sera-t-il de s'entourer d'une élite compétente, répartie en services distincts.

« Quelles que soient les promesses d'un gisement, les difficultés de sa mise en valeur peuvent être telles, se présenter sous des formes si variées et si imprévues que l'affaire peut périliter, ou même sombrer, faute d'avoir eu, dès le début, les hommes nécessaires. Dans la constitution de ce précieux état-major, il faut non seulement s'assurer les ressources d'une grande science technique et d'une longue pratique, mais aussi chercher l'énergie, la décision, en un mot le caractère ».

Plus préoccupante encore est, peut-être, la question de la main-d'œuvre. Sa quantité et son rendement ont une importance essentielle dans les mines où les salaires constituent la partie principale du prix de revient. Or, ce n'est pas chose facile que de réunir dans un pays agricole, où l'industrie n'est pas encore apparue, une foule ouvrière. Elle doit être recrutée au loin et fixée par la création de maisons. Leur agglomération constitue de véritables villa-

ges, des cités, presque des villes qu'il faut édifier. En même temps que l'exploitant s'attache son personnel en assurant son bien-être matériel, il ne doit pas oublier que son premier devoir, une fois qu'il l'a groupé, est de faire vis-à-vis de lui, œuvre philanthropique et morale. Ce devoir est compris de nos jours, et c'est tout à l'honneur des grandes industries de notre époque qu'on les ait vu organiser chez elles les caisses de secours aux malades et aux blessés, les caisses de retraites, les œuvres de protection de l'enfance et de la jeunesse. Leurs cités ouvrières renferment, à côté des écoles et des églises, des salles de réunion pour les sociétés de musique ou de sport, pour les cercles de jeunes gens et d'hommes, des emplacements pour jeux de plein air, etc., qui, tout en contribuant au bien-être de l'ouvrier, le conservent au point de vue moral, l'éloignent des distractions dangereuses et le préservent des habitudes fâcheuses qu'entraînent le désœuvrement et l'isolement.

« Ces organisations imposent de lourds sacrifices, mais je ne crois pas qu'on puisse les taxer d'inutiles, même au point de vue strict des résultats matériels que peut donner une affaire. Un personnel sain, attaché à l'entreprise qui l'occupe, donnera toujours un meilleur rendement que celui qui ne se considère que comme asservi à un maître indifférent ».

M. Mercier conclut ainsi :

« Les mines sont, avec l'agriculture, les deux sources de richesse où toute industrie s'alimente des matières premières qu'elle utilise ou transforme. Si le sol de notre douce France suffit à nous procurer les produits si divers et si universellement estimés, qui ont fait dans le monde la réputation de notre pays, il ne semble malheureusement pas en être ainsi du sous-sol qui n'a pu, jusqu'ici, satisfaire à nos besoins. Mais, en nous tournant vers le passé, en voyant le parti que l'on sut tirer des gisements restreints, nous pouvons espérer qu'avec l'esprit d'initiative, le génie pratique et mesuré de notre race, les jeunes générations sauront découvrir des richesses nouvelles et développer constamment les anciennes pour en tirer plus, pour en tirer mieux ».

## NOTES ET INFORMATIONS

### La plus haute chute d'eau du monde

Parmi les plus hautes chutes d'eau actuellement aménagées, on cite celle de Vouvry, en Suisse, et celle d'Orlu dans les Pyrénées, qui ont une hauteur de 950 mètres environ, et celle de Sept-Laux, qui a 1 100 mètres.

Aux Etats-Unis, la Pacific Light and Power Corporation, dont le siège est à Los Angelès (Californie), projette l'établissement d'une chute de 1 200 mètres, dérivant les eaux du Big Creek dans la Sierra Nevada. La puissance de cette usine serait de 100 000 HP et elle serait transportée sous 150 000 volts à Los Angelès à une distance d'environ 430 kilomètres.

Enfin, en Europe on vient de commencer à Fully, dans le Valais, les travaux d'une usine hydroélectrique alimentée par les eaux du lac de Fully, sous une chute de 1 650 mètres. Les plans de cette installation, comme ceux de Vouvry et d'Orlu, sont l'œuvre de M. BOUCHER, ingénieur civil à Lausanne, administrateur délégué de la Société d'Electrochimie. Bien que l'utilisation d'une pareille hauteur de chute fut généralement tenue, même dans les milieux techniques, pour difficilement réalisable, M. Boucher s'est attaché à l'exécution de ce projet qui dépasse de beaucoup tout ce qui a été fait jusqu'à présent. Les travaux sont commencés et l'adjudication des fournitures a eu lieu.

Dans cette installation, il est évident que la question d'exécution de la conduite qui, dans sa partie inférieure devra résister à une pression de marche atteignant 165 atm., offre un intérêt spécial.

Cette conduite, d'une longueur de 4 km. 1/2, formée de tuyaux de 600 et 500 mm. de diamètre et de 6 à 45 mm. d'épaisseur de métal, sera composée dans sa section supérieure de tuyaux en acier soudés au gaz à l'eau, d'après le procédé connu qu'on emploie généralement pour la fabrication de tuyaux pour conduites de tur-

bines ; pour la section inférieure, qui aura à supporter la haute pression pour laquelle des tuyaux soudés ne suffiront pas, on emploiera des tubes sans soudure. Ces tubes sans soudure produits d'un bloc d'acier au moyen de fortes presses à élirer, peuvent être fournis à tous les diamètres, et offrent par suite de leur parfaite homogénéité, la plus grande sécurité désirable, surtout pour une installation comme celle qui nous occupe.

La canalisation métallique de Fully sera fournie par les importantes usines de MM. Thyssen et C<sup>o</sup> qui possèdent, à Mülheim-sur-Rhur, des aciéries et laminoirs pour la fabrication de tôles, tubes, etc., de même que des ateliers pour la fabrication de tubes soudés au gaz à l'eau de grandes dimensions, et qui ont déjà exécuté beaucoup de grandes installations de conduites forcées.

L'installation mécanique comporte 4 unités de 3 000 HP à 500 tours. Les turbines seront construites par la S. A. des Ateliers Piccard, Pictet et Cie, à Genève. Ce sont des turbines Pelton à aubes interchangeable en acier forgé, maintenues sur la couronne d'un disque, également en acier forgé, au moyen d'un dispositif breveté, spécialement étudié pour ce cas particulier. Cette fixation présente une sécurité absolue, aussi bien contre les chocs répétés d'un jet dont la vitesse atteint la valeur prodigieuse de 175 mètres par seconde, que contre les effets de la force centrifuge, tout en permettant un remplacement facile des aubes en cas d'usure.

Les régulateurs de ces turbines seront à pression d'huile du type breveté Piccard, Pictet et Cie à double action, dans lesquels le réglage est obtenu par la commande simultanée d'une bascule déviant le jet et d'un pointeau modifiant la section de la tuyère.

L'action automatique judicieusement coordonnée de ce double dispositif permet d'obtenir un réglage parfait et d'éviter, avec une sécurité absolue, tout danger de surpression dans la conduite, sans que le bon rendement de la turbine subisse la moindre altération.

Nous reviendrons ultérieurement sur les détails d'aménagement de cette chute qui détient, et de beaucoup, le record de la hauteur.

### Comité permanent d'électricité

Par décret en date du 11 février 1913 rendu sur la proposition du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, ont été nommés membres du Comité permanent d'électricité, pour les années 1913 et 1914 :

MM. BERTHELOT (André), administrateur délégué de la Compagnie du chemin de fer Métropolitain de Paris ; BOUTAN, directeur de la Compagnie du Gaz de Lyon ; BRACHET, directeur du Secteur électrique des Champs-Élysées ; BRYLINSKY, sous-directeur de la Société du Triphasé ; CORDIER, administrateur délégué de la Société Energie électrique du Littoral méditerranéen ; EQUER, administrateur délégué de la Compagnie générale parisienne des Tramways ; GUILLAIN, président du Conseil d'administration de la Compagnie française pour l'exploitation des brevets Thomson-Houston ; HARLÉ, de la maison Sautter-Harlé et Cie ; HILLAIRET, ingénieur-constructeur ; LABOUR, directeur de la Société l'Éclairage électrique ; MEYER (Ferdinand), directeur de la Compagnie continentale Edison ; PAVIE, administrateur délégué de la Compagnie générale française de Tramways ; PICOU, ingénieur des Arts et Manufactures ; SARTIAUX (Albert), ingénieur en chef de l'exploitation de la Compagnie du chemin de fer du Nord ; SÉE (Raymond), président de la Commission d'exploitation du Syndicat des Usines d'électricité ; MARINGER, conseiller d'État, directeur de l'Administration départementale et communale au Ministère de l'Intérieur ; LAURIOL, ingénieur en chef des services généraux d'éclairage de la ville de Paris ; MICHAUX, membre du Comité consultatif de la vicinalité au Ministère de l'Intérieur ; BELUGOU, ingénieur en chef à la direction de l'exploitation télégraphique au sous-secrétariat d'État des Postes et des Télégraphes ; LORAIN, ingénieur en chef des Postes et des Télégraphes ; DEVAUX-CHARBONNEL, ingénieur en chef des Postes et des Télégraphes ; CORDIER, chef d'escadron du 11<sup>e</sup> régiment d'artillerie ; FERRIÉ, chef de bataillon de la direction du matériel du Génie ; SIMON, chef de bataillon, chef de l'établissement central du matériel de la télé-

graphie militaire ; DABAT, directeur général des Eaux et Forêts au Ministère de l'Agriculture ; TAVERNIER, inspecteur général de l'Hydraulique agricole au Ministère de l'Agriculture ; TROTÉ, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, chef du service technique de l'Hydraulique agricole au Ministère de l'Agriculture ; DE PRÉAUDEAU, inspecteur général des Ponts et Chaussées ; JULIEN, inspecteur général des Ponts et Chaussées ; MOMMERQUÉ, inspecteur général des Ponts et Chaussées.

### Commission des distributions d'énergie électrique

Le ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes. Vu l'arrêté du 25 août 1909, portant réorganisation de la commission des distributions d'énergie électrique, modifié par arrêtés des 4 juin 1910, 3 décembre 1910, 24 juin 1911, 26 novembre 1911, 26 janvier 1912 et 30 octobre 1912 ; sur la proposition du Directeur du personnel et de la comptabilité, arrête :

ARTICLE PREMIER. — Sont nommés membres de la Commission des distributions d'énergie électrique, pour les années 1913 et 1914 :

MM. JULIEN, inspecteur général des Ponts et Chaussées, président ; DOËBR, inspecteur général des Ponts et Chaussées ; CHABERT, inspecteur général des Ponts et Chaussées ; RIVOIRE VICAT, inspecteur général des Ponts et Chaussées ; LUNEAU, inspecteur général des Ponts et Chaussées ; MARIQ, inspecteur général des Ponts et Chaussées ; RIBIÈRE, inspecteur général des Ponts et Chaussées ; DE VOLONTAT, inspecteur général des Ponts et Chaussées ; LIMASSET, inspecteur général des Ponts et Chaussées ; WALCKENAER, inspecteur général des mines ; LIÉNARD, inspecteur en chef des mines ; ZACON, inspecteur départemental du travail ; BERTHELOT (André), administrateur délégué de la Compagnie du chemin de fer métropolitain de Paris ; CORDIER, administrateur délégué de la Société Energie électrique du Littoral méditerranéen ; BRYLINSKY, sous-directeur de la Société du Triphasé ; RAULET, administrateur délégué de la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône.

ARTICLE 2. — Seront attachés à la Commission des distributions d'énergie électrique pendant les années 1913 et 1914 pour remplir les fonctions ci-après désignées :

*Secrétaire* : M. OURSON, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

*Secrétaires adjoints rapporteurs* : MM. OPPENHEIM, ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées ; LE GAVRIAN, ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées ; LE TROCQUER, ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées ; HUET (Robert), ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées ; DELLINE, ingénieur ordinaire des mines ; GIROUSSE, ingénieur des Télégraphes ; GERVAIS DE ROUVILLE, ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées.

### Les commissions météorologiques départementales

M. DARBOUX, président du Conseil du Bureau central météorologique, se plaint dans son rapport annuel du 27 mars 1913, de l'insuffisante organisation des observations météorologiques dans nombre de départements.

« Les commissions météorologiques départementales auxquelles est confiée spécialement dit-il, l'étude des orages et de la pluie restent à peu près dans le même état. Il faut toutefois signaler le département de l'Aisne, où la création d'une commission vient enfin de faire disparaître une lacune signalée depuis longtemps. À côté de départements comme l'Aube, les Bouches-du-Rhône, le Gard, l'Isère, les Pyrénées-Orientales, la Seine-et-Oise, les Vosges, où les commissions météorologiques peuvent être citées comme modèles, à la fois par le nombre et par la qualité des observations qu'elles fournissent, il existe encore une douzaine de départements où le réseau des stations est tout à fait insuffisant ; dans l'un même, la lacune est presque complète, les Hautes-Alpes, où il n'existe plus que deux pluviomètres. Il est certainement regrettable d'avoir à constater qu'en France on a beaucoup de peine à conserver 2 000 pluviomètres, alors que le nombre des stations

dépasse 5 000 dans les Îles-Britanniques, où cependant l'organisation des observations pluviométriques est due à l'initiative privée. Le bureau central météorologique ne peut que renouveler son appel à toutes les bonnes volontés ».

On sait la très grande part d'initiative prise par le Service d'Etude des Forces hydrauliques dans la réorganisation des postes d'observations pluviométriques. Souhaitons que l'appel de M. Darboux, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, soit entendu et que, surtout dans nos départements de montagnes, les commissions météorologiques développant leur activité, fournissent au Service d'études des grandes forces hydrauliques l'aide qu'il est fondé à attendre d'elles.

### École supérieure d'électricité

Voici la liste des élèves qui viennent d'obtenir le *Certificat d'Etudes Radiotélégraphiques*, après avoir suivi l'enseignement spécial institué à l'École Supérieure d'Electricité, pour l'étude approfondie et pratique de la télégraphie sans fil.

MM. Casenave, de Bellescize, Gárnache-Creuillet, Caussin, Proxotelle, Goupil, Taulier, Carrier, Bèle, Lemaire, Carré, Donval, Chiréix, Poincetet, Balli, Bertin-Conrado, Clément, Ou-Tcheng-Shi, de Lagarde, Jaubert, Burhannedin Bey, Abdullatif, Luciani.

### Projet d'une nouvelle taxe sur la force motrice

M. Jules COUTANT a déposé, le 28 mars 1913, sur le bureau de la Chambre des Députés, une proposition de loi ayant pour but de prélever, sur la force motrice, une taxe par cheval-heure (machines à vapeur, moteurs hydrauliques, machines à air comprimé, moteurs électriques, moteurs à gaz, à pétrole, à alcool, etc...) pour aider aux frais de première installation et de premier établissement (construction, outillage, etc...) nécessités par la création de l'Enseignement professionnel (industriel, agricole et commercial).

La proposition de loi va être imprimée, distribuée et, s'il n'y a pas d'opposition, renvoyée à la Commission du commerce et de l'industrie.

### L'électrification des chemins de fer allemands

Les chemins de fer bavarois, badois et prussiens ont décidé, d'après le *Times Engineering Supplement*, d'adopter, pour la traction électrique, le système monophasé à haute tension et basse fréquence, à la suite des bons résultats obtenus dans les essais d'électrification réalisés sur le chemin de fer suburbain Blankenese, Ohlsdorf et sur la section Dessau-Bitterfeld (26 kilomètres) de la ligne Magdebourg-Leipzig-Halle.

Pendant les deux premières années, le service électrique est seulement parvenu à couvrir ses frais sur le chemin de fer Blankenese-Ohlsdorf, électrifié en 1907, surtout par le fait que différentes parties de l'installation durent être entièrement remplacées et que le personnel des ateliers de réparations n'avait pas encore suffisamment d'expérience pour effectuer les travaux nécessaires. On obtint, pendant la troisième année d'exercice, un bénéfice d'environ 1,5 % du capital engagé et, pendant la quatrième année, le bénéfice atteignit environ 3,5 %.

Sur la section Dessau-Bitterfeld, exploitée électriquement depuis les premiers jours de 1911, il n'est guère possible d'apprécier dès maintenant les résultats commerciaux que l'on peut espérer, mais on a fait une constatation présentant une grande importance technique, car les collecteurs, au sujet desquels on manifestait quelque méfiance, se sont très bien comportés. Les locomotives ont effectué des parcours de 30 000 à 40 000 kilomètres, sans que les collecteurs aient exigé la moindre réparation ; ce fait écarte une des critiques les plus sérieuses soulevées contre le système monophasé. Aussi l'Etat prussien a-t-il l'intention d'introduire le même système sur le réseau suburbain de Berlin en électrifiant 405 kilomètres de double voie, 27 kilomètres de voie unique et 126 kilomètres de voies auxiliaires. On évalue la dépense correspondante à 153 700 000 francs au total dont 91 250 000 fr.

seront affectés au matériel roulant et 62 500 000 francs à la canalisation aérienne et aux autres parties de l'installation. Pendant les heures du trafic le plus intense, les trains se composeront de 13 voitures et de 8 à 5 voitures pendant les heures peu chargées. La section principale du réseau suburbain comprend la ligne dite *Stadtbahn* de 13,5 kilomètres de développement. On y fera circuler, aux moments d'encombrement, 32 trains électriques par heure dans les deux sens, et on pourra même y élever le nombre de ces trains à 40 par heure. On croit que l'on pourra inaugurer le service électrique sur ce réseau au cours de l'année 1916 et on espère réaliser ainsi une économie annuelle de 7 500 000 francs environ sur les dépenses occasionnées par le service actuel à vapeur.

Il est probable, en outre, que l'électrification de la ligne Magdebourg-Leipzig (154 kilomètres) et de la ligne Lauban-Königszell en Silésie (129 kilomètres plus 145 kilomètres d'embranchements) sera un fait accompli en 1914.

(Electro).

### Les coches d'eau

Dans une récente séance de la Société Nationale d'Agriculture, M. Sagnier a lu et commenté un rapport, fait au nom de la Section d'économie et de législation agricoles, sur un ouvrage manuscrit de M. Eugène Anxionnat sur les *Coches d'eau*. Autour d'une histoire de la *Poste aux chevaux*, dans laquelle il faisait ressortir les importants services rendus à l'agriculture par les anciens maîtres de poste, M. Anxionnat étudie, dans son nouvel ouvrage, tout ce qui se rattache à la navigation des fleuves, rivières et canaux de l'ancienne France. Il s'est livré à des recherches approfondies dans les archives nationales et départementales, et son travail se recommande par sa précision et son originalité.

Charlemagne édicta un code de la circulation sur les rivières, dont les dispositions s'appliquaient spécialement à la Seine, la Loire, la Saône, la Marne et l'Oise. Les vicissitudes subies par les droits de péage, la création des coches d'eau ou bateaux-coches pour le transport des voyageurs en commun et des marchandises, les privilèges des maîtres voituriers d'eau, le retour de leurs monopoles à la ferme générale des postes sous Louis XVI montrent le rôle important de la batellerie dans le commerce, particulièrement dans le commerce des denrées agricoles. Chaque semaine des bateaux-coches partaient du port Saint-Paul et de celui de la Tourneelle pour Sens, Corbeil, Melun, Joigny, Auxerre. L'ordonnance de Louis XIV, du mois de décembre 1671, concernant la juridiction des prévôts des marchands et échevins sur les ports de Paris règle les obligations des maîtres des bateaux-coches, des bateliers et gagne-deniers. Malgré la lenteur des transports, beaucoup de voyageurs préféraient les coches d'eau aux coches de terre pour le transport des hardes, paquets ou marchandises, à raison de la diminution des risques de route.

La partie anecdotique de l'ouvrage de M. Anxionnat, renfermant des fragments du manuscrit de Gilles Dindin sur le coche de Saint-Omer, n'est pas moins intéressante. On y trouve des notes sur les voyages de Balhasar Grangier sur le Rhône ; de Richelieu, Saint-Mars et de Thou, sur la Saône et la Loire ; de Mme de Montespan, sur l'Allier, de Mme de Sévigné, de Lafontaine et Gresset sur la Loire, ainsi que sur les mariages républicains à Nantes. On arrive ainsi au plan présenté par François de Neufchâteau pour l'organisation d'ensemble de la navigation fluviale en France.

### Chemins de fer électriques italiens

*Ligne électrique Monza-Lecco.* — La Direction des chemins de fer de l'Etat procédera à l'adjudication des travaux pour la construction des lignes électriques suivantes : 1° lot Lecco-Olgiate ; 2° lot Olgiate-Usmate ; 3° lot Usmate-Monza. Ensuite, viendra l'adjudication pour le trajet Usmate-Bergamo et Calozio-Ponte S. Pietro.

En outre, l'Etat a fait la commande de 58 locomotives électriques devant servir en partie, pour la sus-dite ligne de Monza-

Lecco, en partie, pour la ligne des Giovi. Ces locomotives peuvent donner une vitesse de 120 km. à l'heure. Le trajet Monza-Milan sera rendu électrique par la suite, l'espace manquant pour le moment à la Station Centrale actuelle.

On calcule que les travaux de la Monza-Lecco pourront être terminés pour la fin de 1913.

*Tramway électrique Meda-Cantù.* — Cette nouvelle ligne a été inaugurée récemment ; elle mesure 11 km. 400 dont 4 km. 200 sur voie propre et compte sur son parcours huit ouvrages d'art dont le principal est le pont à travées métalliques, remarquable par son étonnante obliquité (17 degrés).

La ligne aérienne est construite avec matériel américain et alimentée par la centrale de Meda. Il n'y a que le court trajet de la place Garibaldi à Cantù qui soit alimenté par le courant à 550 volts du réseau de la Société Comense Volla. Les voitures automotrices sont à deux axes et pourvues de moteurs alimentés directement à 1 200 volts.

L'exploitation sera organisée avec une trentaine de voitures et un départ aura lieu toutes les heures. Le parcours de Meda à Cantù durera environ 40 minutes et celui de Monza à Cantù une heure et 35 minutes.

### Le béton imperméable

D'après les expériences faites par M. A. Grittner, de Budapest, l'emploi du béton préparé à l'eau contenant du savon de potasse a donné de bons résultats, alors que l'effet du savon de soude a été nul. Le liquide de gâchage est une solution de 8 kgs de potasse pour 100 litres d'eau. Le savon doit être complètement dissous, ce qui est facile à obtenir en employant de l'eau chaude et en filtrant ensuite la solution au travers d'un tissu serré.

Les éprouvettes de béton, préparées avec du savon de potasse, ont été reconnues imperméables. L'une d'elle a supporté une colonne d'eau de 85 cm. pendant 8 jours sans que cette colonne d'eau se soit abaissée. Un disque en béton ayant 3 cm. d'épaisseur a supporté une pression de 20 m. d'eau sans avoir été traversé de façon notable après 24 heures. Une condition essentielle pour la réussite de l'opération est que le béton soit parfaitement compact.

## BIBLIOGRAPHIE

*Les appareils d'intégration*, par H. de MORIN, ingénieur civil des constructions navales, Gauthier-Villars, éditeur, 55, quai des Grands-Augustins, Paris.

Abréger et simplifier les longues, et partant fastidieuses, supputations, est un désir instinctif depuis longtemps manifesté par l'homme. M. de Morin nous le dit en évoquant les Grecs et les Romains ; il eût pu tout aussi bien nous parler des Egyptiens, des Indous et des Chinois. Et cependant ces peuples, pour civilisés qu'ils fussent, n'étaient probablement pas si fiévreusement pressés que le sont les civilisés d'aujourd'hui et ils devaient pratiquer une patience plus placide que celle qui nous est permise désormais.

Dans les sociétés modernes, et celles de l'avenir seront leurs fidèles continuatrices, le nombre est de plus en plus le grand moyen d'évaluation des différences et des rapports des choses ; la nécessité du calcul numérique rapide et précis va s'imposant de plus en plus.

Dans ces conditions, toutes les fois qu'on pourra remplacer par une opération purement machinale et manuelle, la dépense d'attention et de temps que les méthodes de calcul purement mentales exigent, on y aura un tel avantage que nul ne saurait négliger de s'initier au maniement de ces outils si précieux.

M. de Morin nous rappelle qu'il y en a de trois sortes :

- Les machines arithmétiques ;
- Les machines algébriques ;
- Les appareils d'intégration.

Négligeant les deux premiers groupes si intéressants et si peu développés encore, malgré les appareils résolvant les équations,

malgré les règles à calcul, les réglettes, les abaques, les diagrammes, il ne s'occupe que de ceux de la troisième catégorie, les intégrateurs, ceux qui sont capables de donner la superficie d'une aire quelconque, voire son moment statique aussi et parfois même son moment d'inertie par rapport à tel axe choisi.

Tout à l'our, il nous donne description et théorie des planimètres, y compris la planimètre sphérique d'Amster, celle des intégrateurs et enfin celles des très originaux analyseurs d'harmoniques appelés à rendre d'importants services à nombre d'ingénieurs, parmi lesquels les électriciens.

Cet ouvrage de 200 pages, édité avec soin, sera bientôt dans toutes les mains et dans toutes les bibliothèques, à côté des ouvrages de M. d'Ocagne, sur la nomographie.

\* \* \*

Signalons à ceux de nos lecteurs qui peuvent avoir, pour une raison ou l'autre, à s'occuper d'installation de lignes télégraphiques et téléphoniques, le livre de M. FLEMING (Royal University College, London), sur la *Propagation des courants électriques dans les conducteurs téléphoniques et télégraphiques*, dont la librairie Gauthier-Villars, vient de publier une traduction due à M. RAVUT, ingénieur des postes et télégraphes, spécialiste en télégraphie sous-marine.

L'auteur a prétendu faire un ouvrage élémentaire et il se défend d'avoir abordé les hautes considérations mathématiques. Il fait cependant un abondant emploi de l'analyse infinitésimale, utilisant les ressources qu'elle lui offre, pour l'étude des phénomènes régis par la loi sinusoïdale qui domine toute la question.

Dans cet ordre d'idées, il faut le féliciter d'avoir fait précéder son travail d'un résumé fort suggestif de la théorie de la trigonométrie hyperbolique dont il fait ultérieurement usage presque à chaque page.

L'ouvrage est considérable et je le crois, pour ma part, capable de causer parfois quelques surprises à ceux d'entre nous qui n'auront pas eu, depuis quelque temps, l'occasion de faire une étude même sommaire des travaux des ingénieurs et des physiciens qui se sont consacrés aux réseaux télégraphiques aériens, souterrains ou sous-marins, ainsi qu'aux réseaux téléphoniques. Je ne puis m'attarder à exposer, ici, les progrès dus à MM. O. Heaviside et Pupin entre autres, grâce auxquels on est revenu de préjugés injustifiables dans la conception et l'arrangement des lignes. Je ne puis aussi que signaler en passant d'agréables détails tels qu'une fort simple et ingénieuse démonstration du théorème de Fourier, une très jolie manière de montrer, avec simplicité, à un auditoire comment se propagent et s'amortissent les ondes (page 81), etc. L'avant-dernier chapitre, le VIII<sup>e</sup>, expose comment se doit faire le calcul des câbles et le IX<sup>e</sup>, et dernier, indique les perfectionnements que l'expérience a suggéré d'apporter aux dispositions antérieurement choisies sous l'empire des idées théoriques.

Si les exemples numériques avaient été plus multipliés encore dans le texte, la valeur du livre, déjà grande je ne saurais trop le redire, se fut encore accrue. Quoi qu'il en soit, cet excellent livre sera bientôt sur la table de tous les physiciens, des électriciens et de tous ceux de plus en plus nombreux qui, initiés aux éléments du calcul infinitésimal, ont la curiosité de ces faits si importants pour la civilisation moderne.

Commandant AUDEBRAND.

VIENT DE PARAITRE. *La Durance* : Etude de l'utilisation de ses eaux et de l'amélioration de son régime, par la création de barrages, par Ivan WILHELM, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. J. Rey, éditeur, Grenoble.

*La Durance* forme un beau volume de luxe du format in-8<sup>o</sup> raisin, imprimé sur beau papier velin, de 364 pages, illustré de 90 phototypies dans le texte et hors texte, d'un grand panorama et d'une carte en plusieurs couleurs, au prix de 30 fr. l'exemplaire. Nous en donnerons une analyse détaillée.

L'Imprimeur-Gérant : P. LEGENDRE

Imprimerie PAUL LEGENDRE et Cie, 24, rue Bellecordière 1204