

de la tonne de plomb par le procédé à la vapeur d'eau étant de 60^f 60, celui du zingage de 44^f 93, le prix de la tonne par ce dernier procédé est de 74 % inférieur à celui de la vapeur d'eau ; enfin, le bénéfice brut obtenu par le zinc est supérieur de 60 % à celui de la vapeur d'eau.

Sur les 2 124 852 fr. de la société de Pontgibaud, on devait prélever les assurances, les impôts de toutes sortes, les redevances à l'Etat pour la concession des mines, les frais d'exploitation divers, enfin trouver les intérêts du capital social, les dividendes à distribuer aux actionnaires, et les divers fonds de réserves de la Société ; nous ne pouvons donner aucune indication sur ce sujet qui ne concerne pas le service technique.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES

Si maintenant nous résumons les diverses opérations que nous venons de décrire, en ce qui concerne la transformation des minerais sulfurés de plomb argentifère, nous voyons que pour retirer le plomb et l'argent de ces combinaisons en opérant par voie sèche avec la méthode de grillage et réduction, on doit effectuer : 1^o un grillage du minerai ; 2^o une réduction du minerai grillé ; 3^o un raffinage du plomb d'œuvre ; 4^o une désargentation ; 5^o une coupellation pour argent éclair ; 6^o un raffinage de l'argent, et 7^o une réduction des litharges. En un mot, il faut effectuer sept opérations successives, longues et délicates. Or, nous avons vu que d'après ce qui a été publié dans le numéro de juillet 1903 de *La Houille Blanche*, par M. P. Pierron, il y a une usine américaine au Niagara employant un procédé électrochimique par voie humide qui remplace les opérations du grillage et de la réduction par voie sèche et qui donne comme résultat un précipité de plomb contenant l'argent et les impuretés du minerai avec des traces de soufre.

Il ne resterait donc pour la voie sèche que cinq opérations de ce chef. D'un autre côté, on aurait fait ces derniers temps des essais électrochimiques par voie humide pour le raffinage du plomb d'œuvre argentifère, on obtiendrait le plomb séparé de l'argent à l'état de précipité, et les impuretés dissoutes dans le liquide électrolytique et évacuées au dehors ; cette opération en supprimerait encore trois de la méthode par voie sèche, savoir : la désargentation, la coupellation et la réduction des litharges. Mais il serait nécessaire de faire une fusion du plomb raffiné et un raffinage de l'argent. Finalement, tout le traitement consisterait en deux opérations électrochimiques par voie humide et deux par voie sèche ; sur sept, trois seraient éliminées.

Pour que ces modifications soient avantageuses, il est nécessaire que la production soit au moins égale à celle du zingage, sans que les pertes soient plus élevées, la pureté des métaux obtenus devant être supérieure à celle produite par voie sèche. L'état actuel de la question ne nous permet pas de prévoir ce que pourrait donner le traitement des minerais de plomb au four électrique. Quoi qu'il en soit, l'avenir nous paraît être du côté des méthodes électrochimiques au point de vue des progrès à réaliser dans la métallurgie de ces métaux.

La longue étude que nous venons de donner n'a pas d'autre but que de montrer toutes les imperfections des méthodes actuelles, et nous souhaitons qu'en leur présence les électrochimistes hâteront leurs essais pour nous doter des méthodes plus modernes qu'on est en droit d'attendre de l'intervention de l'électricité.

C. BROUZET,

Ingénieur E.-C.-P., Metallurgiste.

LE MOIS HYDRO-ÉLECTRIQUE

INFORMATIONS DIVERSES

3^{me} Congrès du Sud-Ouest Navigable.

Nous donnons ci-dessous la circulaire réglant, d'une façon définitive, les détails du 3^{me} Congrès du Sud-Ouest Navigable, qui aura lieu à Narbonne, les 21, 22 et 23 mai 1904, sous la présidence d'honneur de M. Marraud, préfet de l'Aude ; M. Gauthier, sénateur, président du Conseil général de l'Aude ; M. Ferroul, maire de Narbonne, conseiller général de l'Aude ; MM. Aldy et Sarraut, députés de l'arrondissement de Narbonne, conseillers généraux de l'Aude. Il se présente comme devant être d'une importance exceptionnelle, tant par le nombre des communications que par leur intérêt d'actualité. A l'occasion de ce Congrès, la ville de Narbonne, s'unissant au Comité local, est dans l'intention de donner à la manifestation du Sud-Ouest Navigable une grande solennité, par l'organisation de fêtes dont le détail sera ultérieurement réglé.

I. — PROGRAMME DES REVENDICATIONS DU SUD-OUEST NAVIGABLE.

« Le Congrès de Narbonne a pour but principal d'affirmer le programme des revendications indispensables du Sud-Ouest Navigable et de préciser celles qui sont sommairement indiquées dans le programme d'ensemble. Nous sommes été assez heureux pour nous mettre d'accord au sujet de ces revendications, et les points que nous indiquons ci-après ont été acceptés par tous les comités du Sud-Ouest et par le Comité central. Nous avons donc, désormais, un plan d'ensemble que pourront défendre tous nos représentants au Parlement auprès des Pouvoirs publics, de façon à nous faire attribuer, pour l'exécuter, la portion des fonds du budget qui nous revient légitimement. Le rapport du secrétaire général du Comité de Narbonne donnera quelques explications sommaires au sujet de ce programme, des points qui doivent plus particulièrement attirer l'attention du Congrès, et les communications des autres secrétaires généraux et des divers membres du Congrès, entreront dans les détails nécessaires. Nous espérons que les décisions prises au 3^o Congrès donneront à nos revendications une force et une autorité qui ont jusqu'ici manqué à nos efforts isolés. »

Articles du programme. — 1. Reboisement de la région montagneuse et des plateaux.

2. Approfondissement de tous les canaux du Sud-Ouest jusqu'à 2 mètres 20, correspondant à une calaison de 1 mètre 80 ; approfondissement des rivières au mieux et leur régularisation ; élargissement uniforme jusqu'à 6 mètres de toutes les écluses du bassin ; allongement de ces écluses, conformément à la loi du 5 août 1879 (38 m. 50 de longueur utile), avec prière au Gouvernement d'examiner s'il y aurait intérêt à leur donner une longueur suffisante pour que les torpilleurs et les sous-marins puissent être éclusés.

3. Abaissement du seuil des écluses de Castets, de façon à en permettre l'accès en toute saison et à basse mer ; exécution des travaux nécessaires pour assurer cet accès ; amélioration des passes de la Garonne entre Castets et Bordeaux, de manière à présenter un tirant d'eau d'au moins 2 mètres, en toute saison et à basse mer.

4. Création de points de contact multiples entre les voies ferrées et les voies navigables et aménagement de l'outillage de ces points de contact, avec établissement, le cas échéant, de tarifs communs.

5. Etablissement par de sérieux dragages d'un tirant d'eau de 1 mètre, entre le port de Pascaud et Castets, et amélioration de la Baise et du Lot.

6. Reconstruction de tous les ponts du canal du Midi et du canal latéral qui ne présentent pas le tirant d'air nécessaire de 3 mètres 70 (Loi du 5 août 1879).

7. Redressement et élargissement des courbes du canal du Midi et du canal latéral.

8. Amélioration de la traversée de Toulouse.
9. Mise du canal du Midi et du canal latéral à deux voies sur toute leur longueur (Loi du 5 août 1879).
10. Alimentation du canal du Midi.
11. Mise du canal du Midi et de l'embranchement de La Nouvelle au profil du canal latéral. Amélioration du tracé du canal de La Nouvelle et de son débouché en mer.
12. Mise en communication du canal à Caumont (Lot-et-Garonne) avec la Garonne, au moyen d'écluses.
13. Etude des mesures à prendre pour affranchir la batellerie de la gêne et des frais résultant de la circulation d'eau excessive et inutile à la navigation dans les canaux du Midi.
14. Construction à bref délai d'un canal entre la Garonne et la Loire, entre la Garonne et l'Adour, et d'un canal latéral au Rhône entre Lyon et Arles.
15. Concession par l'Etat, sous condition et garanties à déterminer, à des individualités : municipalités, départements, chambres de commerce, syndicats, sociétés privées, de la construction et de l'exploitation des canaux, travaux de port, halage de bateaux et autres travaux reconnus nécessaires.
16. Organisation de l'hypothèque fluviale.

II. — PROGRAMME DU CONGRÈS.

Samedi 21 mai, matin, 9 h. et demie. — Mairie de Narbonne, salle du Synode. — Séance d'ouverture du Congrès. — Allocution du Maire de Narbonne. — Discours du président du Congrès. — Rapport de M. Rouhard, secrétaire général du Comité de Narbonne. — Rapports des secrétaires généraux des Comités adhérents.

Constitution des Commissions :

Commission A. — *Canaux, ports d'aboutissement et voies navigables du Sud-Ouest en général.*

Commission B. — *Reboisement et questions annexes.*

Commission C. — *Propositions diverses.*

Messieurs les Membres du Congrès qui désirent se faire inscrire à l'une des Commissions ci-dessus indiquées, sont priés d'être présents à la séance d'ouverture ou d'écrire avant le 15 mai, à M. le Secrétaire général.

Les séances des Commissions auront lieu tous les soirs, de 5 à 7 heures, dans une salle à ce spécialement affectée, à l'Hôtel de Ville.

Séance du Samedi 21 Mai, à 2 h. et demie du soir.

1. Communication de M. A. Mérignac, professeur à la Faculté de droit de Toulouse, secrétaire général du comité de Toulouse. — *De la législation de la houille blanche.*

2. Communication de M. Roule, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, conseiller du S. O. N. de Toulouse, et M. Cardailhac de Paul, avocat. — *Les barrages et le repeuplement des cours d'eau du Sud-Ouest.*

3. Communication de M. Guy Chambaud de Labruyère, conseiller général du Rhône. — 1° *Nécessité de grouper dans une Société centrale toutes les associations s'intéressant aux voies navigables*; 2° *Accroissement de la navigation de 1891 à 1900.*

4. Communication de M. A. Martel. — *L'évolution hydrologique et le dessèchement des régions calcaires.*

5. Communication de M. J. Lalanne, conducteur des ponts et chaussées en retraite. — *Des cours d'eau des Hautes-Pyrénées.*

6. Communication de M. Pierre Buffault, inspecteur-adjoint des forêts à Bordeaux. — *Observation sur le régime des Gaves de la région d'Oloron.*

7. Communication de M. L. Durban. — *La navigabilité du Tarn.*

8. Communication de M. J. Barbot. — *Les reboisements en Lozère.*

9. Communication de M. Puig y Vals, ingénieur en chef à Barcelone. — *La Fête de l'Arbre en Espagne.*

Samedi soir. — Réception des congressistes par la Chambre de Commerce de Narbonne.

Séance du Dimanche 22 Mai, à 9 h. et demie du matin.

1. Communication de M. le Comte Bégouen, conseiller du Comité du S. O. N. de Toulouse. — *Des chemins de fer trans-pyrénéens.*

2. Communication de M. Paul Feuga, adjoint au maire de Toulouse, vice-président du Comité du S. O. N. de Toulouse. — *Des raccordements des voies ferrées et des voies navigables.*

3. Communication de M. L. Fraissangia, professeur à la Faculté de Droit de Toulouse, conseiller du Comité du S. O. N. de Toulouse. — *De l'application à la navigation intérieure de certaines règles de la navigation future.*

4. Communication de M. l'abbé Ferran, aumônier du Lycée de Foix. — *Quelques précurseurs méridionaux du Sud-Ouest Navigable.*

5. Communication de M. L. Foigne, secrétaire-adjoint du Comité du S. O. N. de Toulouse. — *Le réseau du S. O. N.*

6. Communication de M. Emmanuel Saura. — *Utilisation de la force du vent pour la traction électrique de la batellerie dans la navigation intérieure.*

7. Communication de M. Genieys, secrétaire-général du Comité du S. O. N. de Carcassonne. — *Réciprocité du développement de l'agriculture, de la navigation et de l'électricité.*

8. Communication de M. Jules Henriot, ingénieur, Marseille: 1° *Les travaux publics en France*; 2° *Les ports maritimes.*

9. Communication de M. Fabre, inspecteur des eaux et forêts à Dijon. — *Incendies pastoraux et associations dites forestières, dans les Pyrénées.*

10. Communication de M. Jules Maistre, manufacturier à Villeneuve. — *Les Canaux.*

Dimanche soir, à 2 heures 1/2. — Visite des monuments de Narbonne.

Dimanche soir, à 8 heures 1/2. — Conférence avec projections lumineuses par M. Legoux, ex-doyen et professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse : *Utilisation industrielle des chutes d'eau.*

Séance du Lundi 23 Mai, à 9 h. et demie.

1. Communication de M. Paul Descombes, directeur honoraire des manufactures de l'Etat. — A. *Corrélation entre les dégradations des terrains en montagne et la décadence de l'initiative pastorale dans les Pyrénées*; B. *Utilité des considérations d'entretien dans l'étude des projets de navigabilité.*

2. Communication de M. Albert Rodet, secrétaire général du Comité central du S. O. N. — *Le port de Bordeaux et la navigation intérieure.*

3. Communication de M. Jules Henriot, ingénieur, membre du Congrès national des Travaux publics français, Marseille. — 1° *Les ports francs*; 2° *Les ponts transbordeurs.*

4. Communication de M. Rouhard, ingénieur, Narbonne. — *Le port de La Nouvelle, ce qu'il a été, ce qu'il est, ce qu'il devrait être.*

5. Communication de M. Pierre Buffault, inspecteur-adjoint des eaux et forêts...

6. Communication de M. Debouchaud, président de la Chambre de commerce d'Angoulême...

7. Communication de M. Goussat, secrétaire général du Comité d'Angoulême...

Séance du Lundi 23 Mai, à 2 h. et demie du soir.

1. Communication de M. Tissié, bibliothécaire de la ville. — *Historique du Canal du Midi.*

2. Communication de M. Delboy, conseiller général de la Gironde, vice-président du comité du S. O. N. de Bordeaux. — *Lacunes et compléments nécessaires du réseau navigable de la Garonne à la Loire.*

3. Communication de M. Legoux, ex-doyen et professeur à la Faculté de Sciences de Toulouse. — *Utilisation des chutes d'eau pour l'Industrie agricole, Charrues Electriques.*

4. Communication de M. H. Fabre, avocat. — *Les droits de l'Etat sur le canal de la Robine et le canal de Jonction.*

5. Discours de clôture.

Lundi soir 23 Mai. — Réception des congressistes par la municipalité de Narbonne.

Mardi 24 Mai. — Visite du port de La Nouvelle.

Mercredi 25 Mai. — Visite de la cité de Carcassonne.

III. — EXTRAIT DU RÈGLEMENT DU CONGRÈS.

1. Les séances auront lieu à l'Hôtel de Ville, où le Secrétariat général fonctionnera depuis l'ouverture du Congrès et donnera tous les renseignements utiles.

2. Pourront participer au Congrès tous les membres du *Sud-Ouest Navigable* et toutes les personnes agréées par le comité d'organisation ou invitées par lui.

3. Les séances du Congrès sont publiques. Pourront seuls voter les Membres des divers Comités du *Sud-Ouest Navigable*.

4. La durée des communications, quelles qu'elles soient, ne pourra dépasser vingt minutes; ce délai sera rigoureusement observé.

5. En cas d'absence de leurs auteurs, les communications dont le manuscrit aurait été remis au Secrétariat général seront lues ou résumées en séance, sans que cet exposé puisse excéder dix minutes. Afin de faciliter le règlement de l'ordre du jour des séances du Congrès, un résumé des communications projetées devra être adressé au Secrétariat de la commission d'organisation, quinze jours avant l'ouverture du Congrès.

6. Les orateurs non inscrits devront résumer leurs observations en cinq minutes et les discussions plus étendues seront réservées aux commissions compétentes où tous les congressistes auront libre accès.

7. Les auteurs de vœux devront les formuler par écrit et en remettre le texte au Président de la séance qui les renverra à la commission compétente.

8. Les congressistes sont invités à verser, s'ils ne l'ont point déjà fait, une somme de dix francs pour les Comités représentés et individuellement de trois francs, pour frais généraux, entre les mains de M. Parazols, industriel à Narbonne.

N.-B. — Le Règlement complet sera distribué aux membres du Congrès, à la première séance.

IV. — OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

« La Mairie de Narbonne est en instance auprès des diverses Compagnies de chemins de fer pour obtenir des réductions de tarif en faveur des congressistes et dès qu'une solution sera intervenue, nous la ferons connaître par l'intermédiaire des Comités qui aviseront leurs adhérents respectifs. »

Comité d'organisation du troisième Congrès du Sud-Ouest Navigable :

Le président : CHAVERNAC, président du Tribunal de Commerce; *les vices-présidents* : AZALBERT, négociant, conseiller municipal; LAUREAU, négociant, secrétaire à la Chambre de Commerce; MURAT, président du Syndicat des Vins, ancien président du Tribunal de Commerce; RIVIÈRE, avocat; *le secrétaire général* : ROUHARD, ingénieur des Arts et Manufactures; *les secrétaires* : GASPA, pharmacien, maire de La Nouvelle; REVERDY, négociant, conseiller municipal; *le trésorier* : PARAZOLS, industriel.

Les forces hydrauliques de la Normandie.

Nos lecteurs savent déjà qu'une statistique très minutieuse des petites forces hydrauliques de la région normande a été faite ces derniers temps par M. Henri Bresson. Il nous a paru intéressant de reproduire ici les documents fournis par ce travail dont on ne saurait assez faire l'éloge. Il nous montre de quelles ressources insoupçonnées en houille blanche disposent les mille petites industries que l'électricité peut favoriser grâce à une utilisation meilleure à tous égards de l'énergie; on y peut voir en effet le transport de force transformer les conditions du travail dans les petits ateliers; telle chute d'eau d'une minoterie inactive réutilisée au moyen d'une turbine et d'une

dynamo, actionner à distance tantôt les métiers du tisseur, la scie du menuisier ou le tour du mécanicien, tantôt les machines agricoles de la ferme.

L'étude de M. H. Bresson confirme ce fait général, à savoir que le nombre des petites usines est allé en diminuant au fur et à mesure que les nécessités économiques de l'industrie ont conduit les manufacturiers à concentrer leurs moyens de production dans de grosses installations. Mais voici que, grâce à l'intervention de l'électricité, cette tendance à la concentration paraît devoir être non seulement enrayée en ce qui concerne les petites industries alimentées par des forces hydrauliques mais encore rétrograder au grand avantage de ces petites industries.

Les statistiques de M. Bresson comportent des cartes sur lesquelles sont pointés, à l'aide de signes conventionnels, les emplacements des innombrables chutes abandonnées, transformées, en activité ou disponibles. Nous nous proposons de les reproduire ultérieurement avec tous les détails que comportent cette intéressante question. Nous nous bornerons aujourd'hui à résumer d'une façon générale ces statistiques dans les départements suivants :

EURE-ET-LOIR. — Trois rivières sortent de ce département, ce sont :

1° L'Eure, dont le débit à sa sortie est d'environ 5 250 litres en eaux moyennes, et qui alimente à elle seule 123 usines hydrauliques réparties sur son parcours. La chute la plus haute ne compte que 2^m30, mais, avec un débit de 5 mètres cubes, cela représente encore une puissance de 100 chevaux.

2° Le Loir, dont le débit, toujours à sa sortie du département, est d'environ 10 mètres cubes. Ses chutes sont peu élevées et les puissances réalisées sont assez faibles.

3° Enfin l'Huisne, qui alimente quelques usines de 25 à 50 chevaux. Cette rivière ne reçoit que trois affluents qui comptent cependant 45 moulins sur leurs cours assez accidentés.

En 1850, on comptait 374 chutes aménagées, dont 355 pour les moulins à blé. En 1885, on trouvait 465 chutes utilisées parmi lesquelles 405 moulins à céréales, 8 établissements affectés au tissage, 7 au travail des métaux, 4 papeteries, 7 scieries, 10 moulins à tan, etc. Enfin, en 1900, on ne comptait plus que 382 chutes en activité, parmi lesquelles 287 moulins à céréales, 4 usines de tissage, 3 ateliers pour le travail des métaux, 1 papeterie, 4 scieries et 1 moulin à tan.

La puissance de ces usines hydrauliques était évaluée à 2 400 chevaux en 1885 et seulement à 1 930 chevaux en 1900. C'est donc une diminution de 470 chevaux pour ces 15 dernières années. Toutefois, cette dernière période a vu naître 3 usines hydro-électriques. La première en date a été créée sur l'Eure en 1893, l'énergie qu'elle produit est transportée dans une autre usine hydraulique située à 1 200 mètres en aval, ce qui permet d'utiliser dans un seul établissement la puissance des deux chutes.

La seconde, d'une puissance de 13 chevaux fournie par une chute du Loir de 1^m20, sert depuis 1897 à l'éclairage d'un château.

La troisième a été établie en 1898; ses 70 chevaux étaient primitivement employés à la dorure et à l'argenture par voie électrolytique; mais depuis quelque temps ils éclairent plusieurs villages de la région et font tourner de nombreux petits moteurs dispersés dans la campagne.

MANCHE. — Dans ce département, long mais relativement étroit, on ne compte pas moins de 820 rivières ou ruisseaux qui se jettent à la mer. Ces rivières sont courtes et par suite leurs débits sont faibles, mais par contre les chutes sont relativement élevées et atteignent facilement 4 et 5 mètres; la plus élevée a 15 mètres.

Parmi ces rivières, la Vire débite 7 000 litres en eaux moyennes à sa dernière écluse avant la mer; la Douves débite 3 900 litres; la Taute 2 500 litres; la Sienne 5 500 litres; la Sélune 3 600 litres; la Sée 3 000 litres, etc. Sur 79 kilomètres de son parcours la Sélune offre une pente totale de 140 mètres;

la Sée atteint même 210 mètres sur 57 kilomètres de longueur seulement.

En 1863, on comptait 1 307 usines hydrauliques dont 1 122 moulins à blé, 95 huileries, 67 filatures, 18 moulins à tan, 4 scieries, 31 papeteries, 24 établissements consacrés au travail des métaux et 7 divers. En 1900, on ne comptait plus que 705 usines dont 569 moulins à blé, 3 huileries, 39 filatures, 9 moulins à tan, 18 scieries, 2 papeteries, 27 établissements pour les métaux et 11 industries diverses.

Par contre, on compte actuellement 10 usines hydro-électriques; une seule, qui remonte à 1883, sert à l'éclairage d'un château; les 9 autres font de l'éclairage public la nuit, et le jour fournissent de la force dans divers petits ateliers. Même 4 d'entre elles, suivant l'exemple de leurs grandes sœurs des Alpes, font du transport d'énergie à hauts voltages.

La première utilise une chute de 1^m50 au moyen d'une roue Poncelet de 5^m60 de diamètre qui actionne un alternateur triphasé à 125 volts. Un transformateur élève la tension à 2 000 volts et le courant va, à 3 k. 500, éclairer 350 lampes du chef-lieu du canton.

La seconde chute permet d'éclairer 400 lampes à 5^k500 au moyen de courant triphasé à 3 000 volts.

Enfin les deux autres usines éclairent 700 lampes à 7^k500 et 450 lampes à 6 kilomètres au moyen de courants à 5 000 volts.

MAYENNE. — A sa sortie du département, la Mayenne débite 21 mètres cubes en eaux moyennes. Cette rivière est navigable à partir de la sous-préfecture qui porte son nom. Les écluses qui permettent à la batellerie de passer d'un bief dans un autre sont au nombre de 38 et les chutes qui en résultent représentent une puissance de 12 800 chevaux: 2 d'entre elles (640 chx) créées par le canal lui-même n'ont jamais été utilisées; 8 (3 200 chx) ont remplacé d'anciens moulins qu'on a dû démolir pour la construction du canal; enfin sur les 28 autres écluses, il y a 47 usines qui n'utilisent que 3 400 chevaux sur les 9 000 qui seraient disponibles. La chute la plus élevée qui est de 3^m59 pourrait donner 670 chevaux qui ne sont pas utilisés; une des chutes installée produit 515 chevaux sur 2^m76.

En 1861, il y avait, sur les affluents, 614 usines produisant 3 000 chevaux; en 1891, il n'y en avait plus que 532 avec 1 300 chevaux; enfin, en 1900, on n'en trouvait plus que 393 en activité fournissant 800 chevaux, répartis en 340 minoteries, 3 huileries, 8 moulins à trèfle, 5 scieries, 7 moulins à tan, 10 usines de tissage, 4 ateliers pour les métaux, 2 scieries de marbre, une pilerie de charbon de bois et une distillerie d'alcool.

On compte, de plus, l'usine électro-métallurgique de Rochefort qui appartient à la Compagnie Néo-Métallurgie. Cette usine utilise les chutes de 3 écluses de 2^m75 produisant un ensemble de 700 chevaux.

Une petite chute de 2 mètres sur l'Ernée sert depuis 1891 à l'éclairage public d'un village situé à 700 mètres.

ORNE. — Une statistique faite en 1880 indiquait à ce moment 779 établissements avec une puissance utilisée de 3 480 chevaux, alors que la puissance utilisable est estimée à 10 300 chevaux.

Une dernière statistique faite en 1900 établit qu'il ne reste en activité que 512 moulins ou usines dans les mains de 444 industriels ou propriétaires.

On voit telle rivière comme l'Égrenne utiliser les 9 chutes aménagées sur son parcours, alors que la Jambée n'en a que 2 en activité sur 8; on voit encore la Vézonne avoir 3 chutes en activité sur 5, alors que sa voisine la Tanche ne compte pas une chute aménagée sur son parcours.

En 1900, on ne comptait encore dans l'Orne, que 3 usines hydro-électriques.

A Domfront, 2 moulins à blé, transformés depuis 1880, réunissent leur courant pour l'éclairage des rues et des particuliers. Une troisième force hydraulique, employée déjà avant 1880 à l'élévation de l'eau potable, ajoute, le soir venu, l'énergie de sa turbine aux deux autres.

Le village de La Chapelle-Montligeon utilise depuis 1898

un ancien moulin à blé situé à 400 mètres de là, sur la Vilette, pour la production de la lumière électrique.

Enfin, à Chandai, M. Henri Bresson a fait, pour son usage personnel, une petite installation électrique. Sur les murs même du canal de fuite d'un ancien moulin abandonné, il a élevé un simple pavillon de 2 mètres sur 5, parfaitement suffisant pour abriter les organes supérieurs d'une turbine de 5 chevaux, placée directement au-dessous et qui, au moyen de deux courroies, entraîne une dynamo dont le courant va ensuite servir à l'éclairage de la maison ou fournir de la force motrice à volonté.

SARTHE. — Deux grandes rivières traversent le département de la Sarthe, ce sont le Loir et la Sarthe. Le débit du Loir, à sa sortie du département, est estimé à 20^m3 en eaux moyennes, celui de la Sarthe serait de 10^m3. La Sarthe comporte 19 écluses et sur ce nombre, il y en a 16 d'utilisées par 21 établissements industriels; sur le Loir, on compte 22 barrages utilisés sur 23 avec 35 établissements, et l'on trouve parfois jusqu'à 4 industriels pour un même barrage.

En 1861, il y avait 864 usines hydrauliques, alors qu'en 1892, il ne s'en trouvait plus que 743 dont 549 moulins à céréales (contre 761 en 1861), 2 marbreries, 2 faïenceries, 24 scieries, 9 tanneries, 7 établissements à métaux, 10 papeteries, 6 filatures, 2 huileries et une fabrique de ouate hydrophile pour les hôpitaux.

On compte actuellement 6 usines hydro-électriques.

La plus importante, installée à côté d'une écluse de la partie navigable du Loir, éclaire la nuit 1 600 lampes du Lude, situé à 2 kilomètres; le jour, elle fournit de l'énergie à 32 moteurs, parmi lesquels plusieurs de 4, 7, 12 et même 15 chevaux.

Projet de chemin de fer électrique entre Turin et Martigny

Nous trouvons dans les derniers bulletins de la Chambre de commerce Française de Milan la nouvelle suivante que nous reproduisons ici à titre d'information d'un intérêt général.

La députation provinciale de Turin vient de présenter au Conseil de la province plusieurs projets de lignes de chemins de fer qui, s'ils reçoivent leur exécution, placeront le Piémont au premier rang parmi les régions qui développent le plus activement leurs voies ferrées.

Parmi tous ces projets, le plus vaste et le plus intéressant pour nous au point de vue technique (car c'est le seul comportant la traction électrique) comme aussi le plus important que nous ayons à considérer sous le rapport économique est celui de l'ingénieur Radcliff Ward. Par l'établissement d'une ligne entre Turin et Martigny, il mettrait en communication directe les ports méditerranéens de la Ligurie avec ceux de la Mer du Nord et de la Manche ainsi qu'avec les principaux centres commerciaux de l'Europe. En dehors de son intérêt international, cette nouvelle ligne présente l'avantage de parcourir une contrée riche en gisements de minerais de fer, plomb, étain, anthracite, etc, laissés jusqu'ici inexploités faute de moyens de transports; de plus, elle traverse une région éminemment montagneuse où la houille blanche abonde, ce qui lui permettrait d'avoir à bon compte l'énergie nécessaire à la traction des trains.

Le projet de l'ingénieur Radcliff Ward, qui a été présenté au Ministère Italien des Travaux Publics et accompagné d'une demande en concession pour la construction et l'exploitation dudit chemin de fer, comprend une ligne à traction électrique qui va de Turin à Cuorgne, par Front et Valperga; elle monte à Ponte Canavese et à Ronco, parcourt en galerie un côté du Grand Paradiso, de Fozo à Lillaz, touche Cogné, Morgex, Pré-Saint-Didier, Courmayeur, Pré de Bar, traverse en tunnel le col Ferret, débouche à Ozerre et arrive enfin à Martigny dans la vallée du Rhône où elle se raccorde aux lignes du Jura-Simplon et de Chamoni-Martigny.

Le parcours total de la ligne Turin-Martigny serait de 157 kilomètres avec une pente moyenne de 5 ‰.

ACADÉMIE DES SCIENCES

GÉOLOGIE ET HYDRAULIQUE

Sur le rôle du phosphore dans les gîtes minéraux. — Note de M. DE LAUNAY. — 1^{er} février 1904.

« Dans les phénomènes de la métallurgie naturelle, qui ont produit nos roches ignées et nos minerais, certains métalloïdes paraissent, en se combinant avec les métaux, leur avoir prêté de la mobilité et avoir facilité leur ascension vers la superficie. Ces éléments, qu'on qualifie de minéralisateurs, sont surtout le chlore et le fluor, le soufre et ses homologues (sénélium et tellure), puis l'arsenic et l'antimoine. L'attention a été moins appelée sur le rôle d'autres métalloïdes, que leur affinité pour l'oxygène a fait passer immédiatement dans des combinaisons oxydées, dès qu'ils en ont trouvé la possibilité dans le rapprochement de l'atmosphère et dont la relation avec les métaux apparaît donc moins en évidence. Tels sont, par exemple, le phosphore, le carbone, le bore, etc.

« Le phosphore des roches et des gîtes minéraux a, très généralement, été fixé à l'état de phosphate dans des combinaisons calcaires, par suite de la présence constante de la chaux en proportions sensibles dans l'écorce silicatée. Exceptionnellement, il s'est combiné avec l'alumine. Sa forme profonde, telle qu'elle a pu exister au-dessous de la zone oxydée, n'apparaît donc pas dans nos gisements comme le font les sulfures. Mais divers faits permettent de la soupçonner.

« Tout d'abord on remarque, dans les météorites, la présence d'un phosphore de fer (rhabdite), ou d'un phosphore de fer, nickel et magnésium (schreibersite), qui, par le rapprochement connu des météorites avec les ségrégations basiques de la profondeur, montre la possibilité d'une combinaison directe entre le phosphore et ces trois métaux. Le calcium, qui n'existe pas dans les météorites, mais qui doit abonder en profondeur, peut également se combiner directement avec le phosphore, avant de former le phosphate de la croûte oxydée. Enfin, les combinaisons du phosphore avec des métaux plus ordinairement associés au soufre, tels que le plomb et le zinc, peuvent exister aussi dans les filons, puisque, dans les altérations superficielles de ceux-ci, il apparaît à la surface de la pyromorphite et de la libéthénite et puisque les apatites sont parfois plombifères. Mais c'est surtout dans le groupe des pegmatites et des filons stannifères connexes que le phosphore intervient fréquemment.

« Il n'est pas rare, dans les filons d'étain, de trouver de l'apatite (parfois en grosses masses) et souvent l'on y rencontre aussi (Montbras, Cacères, etc.) d'autres phosphates : l'amblygonite (soude, lithine), le wawellite, le montebrasite et la turquoise (alumine), la wagnérite (soude, chaux, magnésie). Très normales aussi sont les combinaisons du phosphore avec des métaux rares à poids atomique élevé, se rapprochant, par leurs conditions de gisements du tungstène et de l'étain; avec l'uranium, si souvent associé à des granites à mica blanc (uranite, chalcolite); avec l'yttrium et le cérium (xénotime); avec le cérium, le lanthane et le didyme (monazite). Depuis que la monazite est recherchée pour l'incandescence, on l'exploite par tonnes au Brésil. Diverses apatites contiennent des traces des mêmes métaux.

« Il est enfin très fréquent de trouver de l'apatite, même en masses volumineuses, dans les pegmatites, qui ont visiblement cristallisé par l'intervention de minéralisateurs abondants.

« Dans la plupart de ces cas, le chlore et le fluor paraissent avoir accompagné le phosphore (peut-être avec combinaison). L'un ou l'autre est constant dans les apatites, à la cristallisation desquelles leur présence est nécessaire et, au voisinage de ces apatites, on constate fréquemment, comme l'a montré M. Michel Lévy, la transformation du plagioclase en wernérite par l'addition de chlorure de sodium et d'un peu de chlorure de calcium.

« Il semble donc, en résumé, que le phosphore ait pu jouer parfois, dans la métallurgie du globe, en même temps que le chlore et le fluor, soit à l'état de phosphore, soit à l'état d'acide phosphorique, un rôle de minéralisateur, qu'on ne lui attribuait pas jusqu'ici. Ce rôle est surtout caractérisé dans les roches à minéralisateurs abondants, comme les granites à mica blanc, et dans les filons à métaux acidifiables, c'est-à-dire à oxydation profonde, tels que l'étain, l'uranium, etc., qui les accompagnent. L'importance attachée à tout ce groupe minéralogique de l'uranium, du zircornium, du cérium, etc., en raison de découvertes récentes, peut donner quelque intérêt à cette remarque qui conduit à en rapprocher le phosphore.

« Ce rôle minéralisateur du phosphore dans les pegmatites paraît,

d'ailleurs, confirmé par diverses expériences de synthèse, auxquelles on avait donné une autre interprétation et qui ont précisément pour effet de reproduire à la fois les minéraux constituant des pegmatites. Ainsi Hautefeuille a obtenu simultanément des cristaux d'orthose et de quartz en fondant un mélange de phosphates alcalins, de silice et d'alumine en présence d'une substance fluorée; même sans fluor, la fusion de ces substances dans un phosphate de soude ou de potasse lui a donné de l'orthose et de la tridymite; G. Rose a reproduit la trydimite en fondant de l'adulaire dans un sel de phosphore, etc. On connaît également l'emploi du phosphate de soude et d'ammoniaque au chalumeau pour mettre la silice en liberté.

« Le vanadium joue, avec une rareté plus grande, un rôle tout à fait analogue à celui du phosphore, par exemple, dans les altérations et concentrations superficielles, que j'ai antérieurement signalées pour les minerais de fer sédimentaires et sur les affleurements de filons plombifères; dans les expériences de synthèse que je viens de rappeler, l'acide vanadique peut de même remplacer l'acide phosphorique. »

MÉCANIQUE ET ÉLECTRICITÉ

Stato-voltmètre. Appareil mesurant de 2 à 40 000 volts en équilibre stable. — Note de M. V. CRÉMIEU. — 29 février 1904.

« Il n'existe pas d'appareil sensible et d'un usage commode qui permette de mesurer électrostatiquement toute l'échelle des potentiels électriques.

« C'est là une lacune que l'appareil suivant permet de combler. Il est basé sur l'emploi d'une méthode de zéro consistant essentiellement à équilibrer une attraction électrostatique, dont la variation est réglée par une forme convenable des organes chargés, par une répulsion électrodynamique.

« Un levier métallique AB est suspendu horizontalement par un fil métallique fin et maintenu par sa partie inférieure par un second fil métallique fixé au socle de l'appareil. Ces deux fils sont isolés l'un de l'autre. L'extrémité A du levier porte un court cylindre métallique D, de 6 centimètres de diamètre intérieur; concentriquement à D se trouve un cône métallique C; il est fixé au socle de l'appareil de façon que son axe horizontal soit perpendiculaire à la section normale de D. La base du cône à un diamètre de 59 millimètres, le cône peut glisser le long d'une tige cylindrique de 8 millimètres de diamètre concentrique à son axe; on peut ainsi amener la base du cône C à coïncider avec la base du cylindre D, ou bien écarter ces deux plans de 7 centimètres. Le cylindre D est constamment relié au sol et l'on relie le cône à la source dont on veut mesurer le potentiel. L'extrémité B du levier mobile porte une bobine E, qui se déplace en regard d'une bobine fixe E₁; ces deux bobines sont disposées de façon qu'en y faisant circuler un même courant elles se repoussent. Un amortisseur à huile rend apériodiques les mouvements du système mobile ainsi constitué.

« Quand on charge le cône C, l'électricité s'y distribue de façon telle que la densité superficielle est, en chaque point, à peu près en raison inverse du rayon de la section droite du cône en ce point. Les surfaces d'égale densité électrique seront donc des cônes concentriques à C, mais d'angle différent.

« L'attraction exercée par C sur le cylindre mobile D est, pour chaque position relative de ces deux organes, proportionnelle à la variation $\frac{dC}{dr}$ de capacité C correspondant à un déplacement dr du cylindre.

« La valeur de $\frac{dC}{dr}$ dépend de la forme des surfaces d'égale densité électrique superficielle, qui dépend elle-même de l'angle du cône C.

« On a donné à cet angle une valeur telle que la force attractive exercée sur l'anneau, pour un même voltage, varie de 20 à 1 quand on passe de l'une à l'autre des positions extrêmes que l'on peut donner au cône.

« Dans la première de ces positions, l'attraction présente son maximum, qui est d'ailleurs fini; la distance entre C et D est réduite à un demi-millimètre. Les plus faibles voltages produisent des mouvements très appréciables. Dans la seconde position, la distance entre C et D se trouve portée à 26 millimètres, suffisante pour éviter les étincelles ou aigrettes pour des voltages de 40 000 volts.

« A la force attractive ainsi réalisée, on oppose une répulsion électrodynamique produite entre E et E₁. La variation $\frac{dF}{de}$ de cette répulsion obéit à une loi de même forme que l'attraction qu'elle est destinée à équilibrer, et l'on obtient ainsi des positions d'équilibre stables du système mobile.

« Mesure. — La mesure des potentiels se fait de la façon suivante: on règle la torsion des fils de suspension de AB jusqu'à obtenir un zéro convenable, correspondant à une distance de quelques dixièmes de millimètre entre les bobines E et E₁. On donne au cône C une

position telle que sa distance au cylindre soit suffisante pour le voltage à mesurer V , puis on change ce cône. Le système dévie; on règle alors, avec une boîte de résistance, l'intensité i du courant d'une pile envoyé dans les bobines jusqu'à ramener le système à son zéro initial.

« On a alors équilibre entre une attraction proportionnelle à V^2 et une répulsion proportionnelle à i^2 . Pour une même position relative de C et D, les voltages à mesurer sont donc entre eux comme l'inverse des résistances interposées sur le circuit de la pile.

« *Étalonnage de l'appareil.* — Si l'on dispose d'un galvanomètre, l'étalonnage peut se faire sans avoir une source à potentiel connu. Il suffira, en effet, d'utiliser une même source pour produire, d'une part, l'attraction électrostatique, et, d'autre part, la répulsion électrodynamique antagoniste. Un galvanomètre, placé sur le circuit des bobines E et E_1 , donnera une intensité i . Soient R la résistance lue à la boîte, R_1 la résistance des bobines E et E_1 , R_2 la résistance du galvanomètre. On a évidemment, pour le potentiel V à mesurer,

$$V = i(R + R_1 + R_2),$$

et cette simple mesure donne le coefficient K de l'appareil.

« D'ailleurs, le cône C porte un index qui se déplace le long d'une graduation chiffrée. En répétant l'étalonnage pour trois positions du cône repérées sur cette graduation, on aura, par interpolation, l'étalonnage complet de l'appareil.

« Cette méthode élimine toutes les erreurs qui pourraient provenir d'un décentrage accidentel des bobines E, E_1 , ou de leur défaut de parallélisme.

« Le zéro indiqué soit par une graduation fixée dans l'appareil, soit par une méthode optique, est arbitraire; l'étalonnage de l'appareil est rapide et facile à répéter. On pourra donc toujours choisir le zéro de façon à retrouver le même coefficient K. Ceci permet de dresser une fois pour toutes un tableau donnant, pour une résistance R et pour chacune des positions du cône C, le voltage correspondant.

« *Étalonnage en valeur absolue.* — Pour étalonner l'appareil en valeur absolue, en fonction du couple de torsion des fils fixés au levier mobile, on enlève le bain d'huile amortisseur, et l'on mesure la durée d'oscillation du système mobile. On fixe ensuite sur le levier AB, à égale distance de l'axe, deux petites sphères de poids égaux. On mesure la nouvelle durée d'oscillation. De ces deux durées on déduit le couple de torsion W des fils.

« On enlève alors les sphères, et l'on rétablit le bain d'huile. Puis on donne au fil, à partir du zéro choisi pour les mesures, une torsion connue, et l'on cherche quelle est l'intensité à envoyer dans les bobines E, E_1 , pour équilibrer cette torsion.

« La distance l du centre de E aux fils étant connue, on a ainsi la valeur absolue du couple correspondant à une intensité connue. D'ailleurs, le centre du cylindre D est fixé à la même distance l des fils.

« A l'aide du tableau primitivement dressé pour l'appareil, on a ainsi une relation simple entre les voltages à mesurer et un couple connu.

« L'appareil se prête également à la mesure des voltages alternatifs.

« Je suis heureux de remercier MM. Pellin de l'ingéniosité et du soin qu'ils ont apportés à la construction de ce stato-voltmètre, dont ils ont su faire un appareil simple et commode. »

MÉTALLURGIE ET ÉLECTROCHIMIE

Sur une loi expérimentale du transport électrique des sels dissous. — Note de M. A. PONSOT. — 25 janvier 1904.

Cette loi est tirée d'un travail de M. Chassy, intitulé : *Sur un nouveau transport électrique des sels dissous.* (Thèse de Doctorat 1890).

« Si, dans un poids E d'eau se trouvent dissous : un poids p_e d'un sel qui sera électrolysé; des poids p_1, p_2, \dots d'autres sels de même acide qui ne seront pas électrolysés; le transport étant rapporté à la quantité d'électricité qui dépose un équivalent de cuivre dans un voltamètre à sulfate de cuivre, q_e étant le transport du sel électrolysé q_1, q_2, \dots ceux des sels non électrolysés, M. Chassy a établi et vérifié les relations suivantes :

$$q_1 = A_1 \frac{p_1}{\Sigma p} \quad (1) \quad q_2 = A_2 \frac{p_2}{\Sigma p} \quad (2)$$

$$q_e = q'_e + A_e \frac{p_e}{\Sigma p} \quad (3)$$

« De plus, M_1, M_2, M_e étant les poids moléculaires des sels dissous à l'état anhydre, il a trouvé la loi approchée suivante :

$$\frac{A_1}{M_1} = \frac{A_2}{M_2} = \frac{A_e}{M_e} = 0,0636 \quad (4)$$

« De ces relations on tire facilement :

$$\frac{q_1}{M_1} = 0,0636 \frac{p_1}{\Sigma p} \quad (5) \quad \frac{q_2}{M_2} = 0,0636 \frac{p_2}{\Sigma p} \quad (6)$$

$$\frac{q_e}{M_e} = \frac{q'_e}{M_e} + 0,0636 \frac{p_e}{\Sigma p} \quad (7)$$

$$\Sigma \frac{q}{M} = \frac{q'_e}{M_e} + 0,0636 \quad (8)$$

« Or $\frac{q'_e}{M_e}$ ne dépend, comme l'a montré M. Chassy, que du rapport

$\frac{p_e}{E}$ qui définit la concentration du sel électrolysé; d'où résulte la loi suivante :

« Dans l'électrolyse d'un mélange de sels du même acide, dont l'un est électrolysé, le nombre total de molécules transportées ne dépend que de la nature et de la concentration du sel électrolysé. Il est indépendant de la présence des sels non électrolysés et de leur concentration.

« Lorsqu'il y a deux sels électrolysés simultanément, p_e et p_x étant leurs poids dans la même dissolution, si α est la fraction d'équivalent du premier sel qui est électrolysé, $(1-\alpha)$ celle du deuxième sel correspondant, q_e et q_x étant les transports mesurés, q'_e étant la valeur du premier terme de la relation (3) si le premier sel était seul électrolysé avec la même concentration; q'_x étant défini de la même manière pour le deuxième sel; indépendamment des relations (5) et (6), on a :

$$\frac{q_e}{M_e} = \frac{q'_e}{M_e} \alpha + 0,0636 \frac{p_e}{\Sigma p} \quad (9)$$

$$\frac{q_x}{M_x} = \frac{q'_x}{M_x} (1-\alpha) + 0,0636 \frac{p_x}{\Sigma p} \quad (10)$$

$$\Sigma \frac{q}{M} = \frac{q'_e}{M_e} \alpha + \frac{q'_x}{M_x} (1-\alpha) + 0,0636 \quad (11)$$

« Ici encore, les résultats expérimentaux de M. Chassy conduisent à la loi suivante :

« Quand il y a deux sels électrolysés, le nombre total de molécules transportées dépend de la nature de ces sels, de leur concentration, de la fraction d'équivalent électrolysée de chacun d'eux. Il ne dépend pas des sels non électrolysés et de même acide ajoutés aux deux précédents.

« Revenons au cas d'un sel électrolysé (8) :

« E et p_e étant constants, on a vu que $\Sigma \frac{q}{M}$ est constant et indépendant des sels non électrolysés; il y a lieu d'insister sur ce fait que les relations ayant servi à établir cette loi ont été vérifiées par M. Chassy, Σp ayant varié dans des limites très étendues, et le nombre des sels non électrolysés ayant été porté jusqu'à sept.

« Or, lorsque p_e est petit par rapport à Σp , les 0,0636 molécules-gramme transportées sont presque exclusivement constituées par des molécules des sels non électrolysés; le transport du sel électrolysé étant à peu près entièrement représenté par le terme $\frac{q'_e}{M_e}$

« Lorsque Σp diminue, une partie croissante des 0,0636 molécule est constituée par des molécules du sel électrolysé, et lorsque $\Sigma p = p_e$ tout le transport est évidemment constitué par des molécules du sel électrolysé.

« Mais comme, dans tous ces cas, $\Sigma \frac{q}{M}$ est constant, il paraît naturel d'admettre que les molécules du sel électrolysé, qui remplacent dans le transport, et en nombre égal, les molécules des sels non électrolysés, sont transportées de la même manière que ces dernières, c'est-à-dire sans subir la dissociation électrolytique.

« Quant au terme $\frac{q'_e}{M_e}$, il représenterait peut-être un transport dû au mouvement des ions, comme dans l'hypothèse d'Hittorf.

« Ces conclusions ont d'ailleurs été formulées par M. Chassy, sans les considérations moléculaires que j'ai introduites et qui les précisent.

« Ces conclusions ne sont pas adoptées dans les théories ionistes actuelles; elles sont opposées aux hypothèses sur lesquelles Kolkrausch s'appuie pour relier la conductibilité moléculaire des dissolutions aux nombres des transports. »

Sur des phénomènes de réduction produits par l'action de courants alternatifs. — Note de MM. F. PEARCE et Ch. COUCHE. — 8 février 1904.

« Si l'on dirige un courant alternatif dans des solutions de certains sels, on observe: soit une dissolution des électrodes, phénomène déjà

observé et décrit minutieusement par MM. Le Blanc et Schick; soit une réduction plus ou moins complète du sel dissous, si toutefois ce sel est réductible

« Ce phénomène de réduction, qui nous paraît nouveau, a pu être observé sur des sels inorganiques, dissous ou fondus, comme aussi sur certains composés organiques

« En général, le phénomène de réduction ne s'accomplit que si l'on emploie des électrodes facilement oxydables; il paraît dépendre dans une certaine mesure de la nature de celles-ci comme aussi de la densité du courant et de la fréquence

« En effet, avec une faible densité de courant, on observe seulement le phénomène de dissolution des électrodes, sans qu'il se produise une réduction de l'électrolyte, tandis qu'avec une densité de courant plus élevée, au phénomène de dissolution des électrodes s'ajoute une réduction de l'électrolyte plus ou moins complète, dans le même temps, suivant la nature des électrodes employées.

« Le métal provenant de l'attaque de ces électrodes se dépose à l'état d'hydrate ou d'oxyde, et l'électrolyte passe à son minimum d'oxydation

« Nous citerons, à titre d'exemple, quelques réductions d'alun ferrique et de nitrate alcalins, que nous avons opérées.

1. *Alun ferrique.* Avec des électrodes de platine, la quantité de fer réduite était faible, à la surface des électrodes, nous avons observé un dépôt de noir de platine. Dans un temps égal, la réduction devient plus forte par l'emploi d'électrodes d'aluminium, de plomb, de cadmium, etc., et elle est presque quantitative avec des électrodes de fer

2. *Les nitrates alcalins* sont également réduits en nitrites, dans une proportion qui varie aussi avec la nature des électrodes et la densité du courant

« Le rendement est quantitatif avec des électrodes de cadmium et de zinc, tandis qu'il tombe presque à zéro avec des électrodes de fer, de cuivre ou de charbon.

« Une série d'autres corps se comportent également de la même manière. La dissolution des électrodes et la réduction de l'électrolyte paraissent également, comme dans les cas présents, être en relation avec la nature des électrodes et la densité du courant. Parmi ceux-ci nous citons les sels cuivriques qui sont réduits à l'état de sels cuivreux, les sels mercuriques à l'état de sels mercureux, les chromates comme sels de chrome, etc

« Nous avons essayé de reproduire le même phénomène avec des composés organiques, nous avons pu constater une réduction du nitrobenzène en sel d'aniline. »

dans les mêmes conditions, le même procédé aux moteurs à puissance constante et vitesse variable. Ce moyen n'est évidemment applicable qu'au réglage de la vitesse d'une seule unité, les applications en sont donc forcément limitées; toutefois, l'on peut obtenir des variations extrêmement étendues, ainsi, en papeterie, il existe nombre d'applications de ce genre où l'on a pu réaliser des vitesses extrêmes, dans le rapport de 1 à 20, avec un fonctionnement excellent.

2° *Réglage du nombre des conducteurs en série* — Dans ce cas, on emploie des induits munis de deux enroulements et de deux collecteurs que l'on groupe en série ou en quantité. Le rendement ne varie pas sensiblement en passant d'un régime à l'autre mais on ne réalise ainsi que deux échelons de vitesse et, pour un travail à puissance constante, l'utilisation est mauvaise, car chaque enroulement doit pouvoir supporter le courant total.

3° *Réglage par la variation du flux inducteur* — Cette variation peut être obtenue soit en agissant sur l'excitation, soit en modifiant la réluctance du circuit magnétique, soit enfin en combinant des circuits magnétiques différentiels.

Lorsqu'on veut obtenir un réglage graduel, c'est évidemment sur le flux inducteur qu'il faut opérer. Si l'on agit seulement sur l'excitation, il convient d'envisager deux cas ou bien le circuit magnétique est saturé pour un certain point de la caractéristique correspondant à la vitesse la plus réduite, et alors la dépense d'excitation est considérable pour atteindre ce point, ou bien le circuit magnétique n'est pas saturé et alors la masse du fer est encore plus mal utilisée et le poids du cuivre inducteur est encore plus grand que précédemment. Dans les deux cas, on a une machine coûteuse, car le moteur doit être calculé comme s'il fournissait la *puissance maximum* qu'il doit développer à la *vitesse minimum*.

Pour modifier la réluctance du circuit magnétique, on peut agir sur l'entrefer, ainsi que M. Courbier l'a indiqué dans sa conférence de juillet 1903. D'ailleurs, à l'exposition de 1889 on a pu voir des machines, tant génératrices que receptrices, qui fonctionnaient avec ce système.

Enfin, en vue de certaines applications, on peut combiner des circuits magnétiques agissant différemment sur une armature commune

Un dispositif de ce genre, imaginé par M. Lanhoff, a été réalisé par la Maison Bréguet. Un enroulement induit unique est disposé sur une armature constituée par deux noyaux situés respectivement entre les pôles de deux systèmes inducteurs, excités par une source quelconque.

L'excitation de l'un d'eux est maintenue fixe, tandis que celle de l'autre peut, au moyen d'un rhéostat et d'un interrupteur, prendre des valeurs variant de $(+z)$ à $(-z)$, de sorte que le flux résultant agissant sur l'induit est $\Phi_1 \pm \Phi_2$. Une machine de ce genre doit être calculée comme s'il s'agissait d'une machine unique devant développer la puissance maximum à la vitesse minimum. Si l'on prend $\Phi_1 = \Phi_2$, on voit que si les flux agissent en opposition, une tension quelconque appliquée aux bornes donne théoriquement une vitesse infinie, alors que si les flux agissent en concordance on réalise une vitesse minimum.

En résumé, le procédé de réglage le plus rationnel pour des écarts considérables de vitesse consiste, suivant M. BRUNSWICK, à combiner les couplages possibles sur l'induit (en munissant celui-ci de deux collecteurs) avec les variations de l'excitation. On a ainsi, à la fois, économie de matière et simplicité de réglage. Si l'on dispose d'un réseau à 3 ou 5 fils, on peut encore augmenter les limites des variations de la vitesse.

Moteurs à courants alternatifs à vitesse variable sans altération du rendement. — Conférence de M. Marius LATOUR.

M. Marius LATOUR fait remarquer que, pour réduire la vitesse d'un moteur d'induction portant des bagues sur le rotor, il faut fermer le circuit de ce rotor sur des résistances qui absorbent de l'énergie, de sorte qu'aux faibles vitesses le rendement est peu élevé. Pour éviter l'emploi de ces résistances, on peut bobiner plusieurs pôles sur le stator, mais ceci est pratiquement difficile à réaliser et, de plus, ne permet pas d'obtenir un réglage graduel de la vitesse. Aussi, M. Latour se propose d'étudier le fonctionnement à vitesse variable des moteurs à collecteur, mono ou polyphasés, qui présentent l'avantage de travailler, avec un bon rendement, pour une vitesse quelconque indépendante du nombre de pôles.

1° *Moteur parallèle* — Si l'on imagine un moteur, composé d'un stator ordinaire parcouru par des courants polyphasés de fréquence n , muni de 4 bornes A, B, C, D, et monté en parallèle avec un rotor à collecteur comportant 4 balais (a), (b), (c), (d), calés en opposition par rapport aux bornes A, B, C, D (pour un bobinage Gramme avec même sens d'enroulement sur le stator que sur le rotor), et si N_s représente le nombre des spires du stator et N_r le nombre des spires du rotor, avec la condition $N_r > N_s$, ce moteur à collecteur démarquera dans le sens du champ tournant développé dans les armatures du stator et du rotor et prendra à vide une vitesse n_1 telle que : $N_r(n-n_1) = N_s n$. Ce moteur à collecteur se comportera, par rapport

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 3 février 1904

Procédés de réglage de la vitesse des moteurs à courant continu. — Conférence de M. BRUNSWICK.

M. BRUNSWICK fait un résumé des divers procédés employés pour le réglage de la vitesse des moteurs à courant continu, dans le but de favoriser la comparaison avec ceux mis en œuvre dans les applications des courants alternatifs mono ou polyphasés.

Lorsque le réglage de la vitesse doit s'opérer graduellement dans des limites assez restreintes, du simple au double par exemple, tout moteur électrique à courant continu et normalement construit est susceptible de satisfaire au problème, sans artifices spéciaux et sans entraîner une utilisation anormale de la matière

Pour les cas où il faut une puissance variable décroissant en raison inverse de la vitesse, par exemple pour la manœuvre des treuils, les moteurs en série conviennent très bien, mais ces cas sont assez restreints et se présentent peu souvent dans la pratique industrielle

La relation fondamentale $E = Nn\Phi$ permet de classer les procédés de réglage suivant que l'on opère sur l'un quelconque des termes de cette expression, dans laquelle E représente la force électromotrice induite, N le nombre des conducteurs induits, n le nombre de tours à la seconde et Φ le flux inducteur. Si l'on néglige les chutes ohmiques de tension, E représente indifféremment la force électromotrice induite ou la différence de potentiel aux bornes.

1° *Réglage de la différence de potentiel aux bornes.* — La vitesse peut être réglée en modifiant la tension aux bornes de l'induit. Pour cela, on peut insérer un rhéostat en série dans le circuit de l'induit, mais le rendement d'un pareil dispositif est forcément déplorable.

On peut également brancher le moteur sur des circuits de tension différente. Il faut, dans ce cas, des réseaux à 3 ou 5 fils; la variation n'est obtenue que par à coups, ce qui fait que ce système ne satisfait pas par lui-même au problème du réglage graduel.

Ce réglage graduel s'obtient par l'emploi de dynamos survoltrices, et ce système a été surtout appliqué à la commande de moteurs à couple croissant avec la vitesse ou bien à couple constant. En faisant fonctionner la machine auxiliaire en dévoltrice, on peut appliquer,

à cette vitesse n_1 , exactement comme un moteur d'induction se comporterait à la vitesse n .

Si $N_r < N_s$ le moteur démarrera en sens contraire du champ tournant et atteindra, en valeur absolue, une vitesse n_1 telle que : $N_r(n + n_1) = N_s n$.

Ces deux cas correspondent à une marche hyposynchrone. Si l'on décale le porte-balais du rotor de 180° et si l'on conserve les mêmes connexions en A, B, C, D, la vitesse à vide n_1 , pour $N_r > N_s$, sera alors supérieure à n , de telle sorte que : $N_r(n_1 - n) = N_s n$; cette vitesse n_1 décroît du reste avec la charge. Ce cas correspond à une marche hypersynchrone.

Pour $N_r < N_s$, le régime ne serait pas stable sans mettre des résistances en série avec les balais; ce cas sort donc du cadre de cette étude.

Si dans les cas précédents, hypo ou hypersynchrones, correspondant à $N_r > N_s$, on entraîne mécaniquement le moteur au-dessus de la vitesse caractéristique à vide n_1 , celui-ci fonctionne en génératrice tout comme un moteur d'induction; les courants wattés livrés au réseau sont la différence, en valeur absolue, entre les courants wattés du stator et ceux du rotor (régime hyposynchrone), ou bien la somme de ces courants (régime hypersynchrone).

2° *Moteur série.* — Si l'on divise en 4 parties le stator du moteur précédent et si l'on réunit au balais (a) le circuit aboutissant à la borne A, au balais (b) le circuit aboutissant à la borne B, etc., on transforme le moteur parallèle en moteur série. Le couple d'un pareil moteur est fonction : de la tension appliquée aux bornes; du rapport $N_r : N_s$ entre le nombre des spires du rotor et celui du stator; et du calage des balais (a), (b), (c), (d). Si l'on agit sur l'un de ces 3 facteurs, on modifiera la vitesse du moteur sous un couple quelconque. Pour modifier la tension d'alimentation, on aura recours à un transformateur à spires secondaires variables et pour modifier le rapport $N_r : N_s$, on effectuera la mise en série du rotor et du stator avec un transformateur dont on modifiera le rapport de transformation.

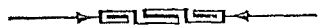
L'inconvénient du moteur série par rapport au moteur parallèle, est qu'aucun de ses régimes n'est stable. Il en résulte que le réglage de la vitesse avec un simple moteur série est plus spécialement approprié pour les appareils de levage ou pour la traction.

3° *Moteurs monophasés.* — Les moteurs monophasés à collecteur ont, dans ces derniers temps, beaucoup attiré l'attention des électriciens, en vue d'applications possibles à la traction. Ces moteurs sont : le moteur série ordinaire, le moteur à répulsion et le moteur série compensé. On sait que le moteur série compensé se compose d'un stator fermé sur lui-même et d'un rotor, également fermé sur lui-même et muni d'un collecteur comportant 4 balais. Un point quelconque A du stator est relié à l'une des bornes de la distribution monophasée; un autre point B du stator, diamétralement opposé à A est relié à l'un des balais (a), qui est décalé de $(90^\circ - \theta)$ par rapport au point A; le balais (b), diamétralement opposé à (a), est relié à l'autre borne de la distribution monophasée; enfin, les deux autres balais (c) et (d), à 90° degrés des précédents, sont reliés entre eux.

Le réglage de la vitesse du moteur série ordinaire peut se faire, soit en réglant la tension d'alimentation, soit en effectuant la mise en série de l'inducteur et de l'induit avec un transformateur série et en modifiant le rapport de transformation de ce transformateur.

Le réglage du moteur à répulsion s'effectue simplement en modifiant le calage des balais.

Le réglage du moteur série compensé peut s'effectuer par les moyens indiqués pour le moteur série ordinaire. On peut aussi, pour une vitesse quelconque n_1 , établir le couple positif ou négatif qui convient à la charge en modifiant simplement la valeur de θ .



INVENTIONS NOUVELLES (1)

Nouvelle machine électrique à courant continu, sans collecteur, permettant la production du courant sous toute tension et la transformation de tension par appareil fixe. — MM. François-Baptiste LOUVRIER et Jean-Baptiste THIRIET. — Brevet n° 331.086 du 9 avril 1903.

Jusqu'à présent on a obtenu la constance du courant dans les machines dites à courant continu, à l'aide d'un commutateur ou collecteur. Le bon fonctionnement de cet organe est très délicat et, malgré toutes les précautions prises, on ne peut éviter les étincelles entre le collecteur et les balais. De plus, à cause de ce défaut même, la production de courant à haute tension par dynamo à courant continu ne peut guère être réalisée.

(1) Nous rappelons à nos lecteurs que nous ne donnons ces brevets qu'à titre documentaire, laissant à chacun le soin d'apprécier leur valeur.

D'un autre côté, les courants alternatifs ont de nombreux inconvénients : ils ne peuvent se prêter ou se prêtent difficilement à toutes les applications (charge d'accumulateurs, électrochimie, moteurs à vitesse variable, traction, etc.); ils donnent lieu à davantage de pertes, à de plus nombreux accidents et sont moins réglables que le courant continu.

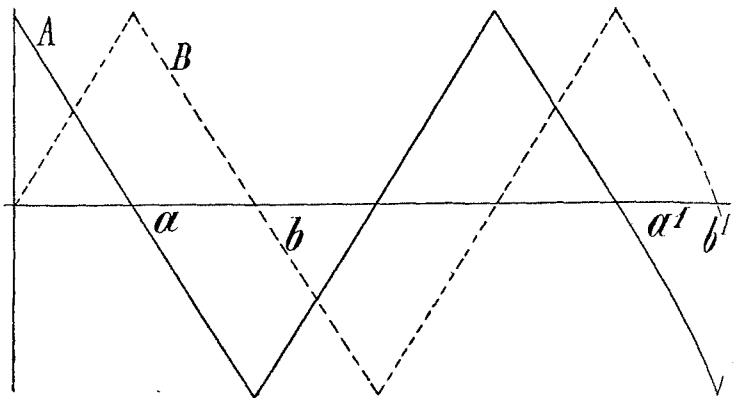
Celui-ci a donc de nombreux avantages. Malheureusement ces avantages sont compensés par les inconvénients énumérés ci-dessus, inconvénients auxquels il convient d'ajouter la difficulté de la transformation de tension.

L'appareil qui fait l'objet de ce brevet a pour but de supprimer tous ces inconvénients.

Il est basé sur l'un des systèmes suivants, dérivant tous deux du même principe :

1° Considérons deux forces électromotrices alternatives identiques décalées l'une par rapport à l'autre d'un quart de période et produites, soit par un alternateur diphasé, soit par deux alternateurs monophasés tournant au parfait synchronisme; ces deux forces électromotrices variant suivant la loi représentée par les courbes de la figure 1.

Fig. 1

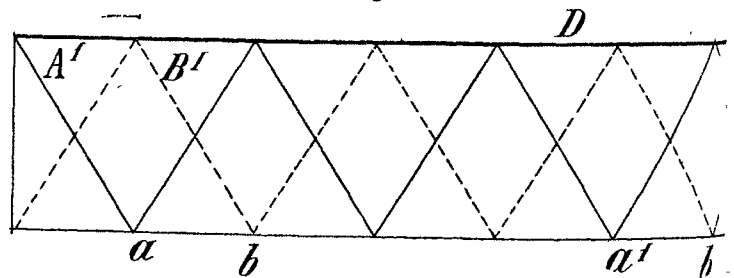


A est la courbe de force électromotrice de la phase 1. B est la courbe de force électromotrice de la phase 2. Aux points a, a', a'', redressons la force électromotrice de la phase 1, de façon à ce qu'elle reste toujours positive; nous obtenons alors la courbe A' (figure 2) qui représente les variations de force électromotrice de la phase 1.

De même, aux points b, b', b'', redressons la force électromotrice de la phase 2, de façon à obtenir la courbe B' (figure 2).

En superposant les deux courbes, c'est-à-dire en mettant en série les deux forces électromotrices, nous obtenons comme courbe de variation de la force électromotrice totale, la ligne droite D (figure 2). La différence de potentiel ainsi créée est donc constante et égale à la valeur maxima de la force électromotrice de chacune des phases.

Fig. 2



2° Prenons les mêmes forces électromotrices et redressons la première, de façon à obtenir la courbe A² (figure 3); de même redressons la force électromotrice de la phase 2, mais de façon à la laisser toujours négative; nous obtenons ainsi la courbe B (figure 3).

En comparant les deux courbes obtenues, on voit qu'elles sont parallèles entre elles et que, par conséquent, la différence de potentiel entre elles est constante et encore égale à la force électromotrice maxima de chacune des phases.

Les deux méthodes conduisent donc au même résultat. On doit donc obtenir des forces électromotrices variant suivant des droites (courbes A et B).

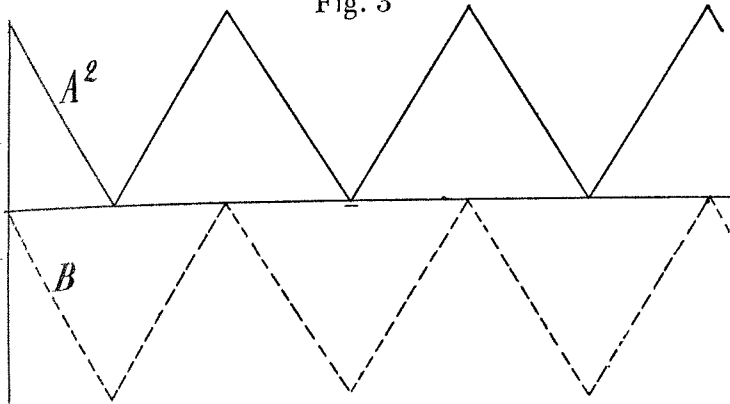
En pratique, cette forme de courbe ne peut être obtenue exactement, mais on peut s'en rapprocher suffisamment pour que les variations du voltage résultant soient très faibles.

On peut également obtenir le résultat cherché en produisant les courbes de force électromotrice dérivant de la sinusoïde, courbes dans lesquelles l'ordonnée du point d'intersection des deux courbes est égale à la moitié de l'ordonnée maximum au lieu d'être, comme dans les courbes sinusoïdales, égale au 7/10 de cette même valeur.

On obtient cette forme de courbe, en faisant la largeur des pôles sur l'induit, différente de celle de la surface polaire inductrice, de façon à ce que le flux embrassé par la bobine correspondante de l'induit

duit reste constant pendant l'intervalle de temps νt , alors la force électromotrice induite est nulle pendant cet intervalle de temps. Les ondulations de la ligne obtenue sont très faibles et pratiquement elles le seront encore moins par suite des déformations que subit la partie supérieure de la sinusoïde dans les courbes de force électromotrice couramment obtenues. Cette ligne tendra donc vers la ligne droite et pourra pratiquement être considérée comme la représentation d'une force électromotrice constante.

Fig. 3



Ce sont ces méthodes de double redressement de courant qui font spécialement l'objet de notre brevet et cela, quelle que soit la façon de les réaliser pratiquement.

RÉALISATION PRATIQUE. — Nous ne rentrerons pas dans les détails de description de notre appareil (induit, inducteurs, culasse, etc) puisque tous les constructeurs fabriquent ou peuvent fabriquer des alternateurs diphasés ou monophasés répondant aux conditions sus-indiquées.

Cependant, nous allons décrire schématiquement quelques solutions pratiques des méthodes énoncées.

Deux procédés peuvent être employés pour chacun des systèmes de redressement de courant :

- 1° Avec deux alternateurs monophasés ;
- 2° Avec un alternateur diphasé.

De plus, il est évident que, dans chacun des cas, on pourra à volonté faire mobile ou l'induit ou l'inducteur.

L'arbre de chaque alternateur porte, pour desservir ses inducteurs, une bague sectionnée en $2n$ segments égaux sur lesquels frottent deux balais (voir figure 4) reliés à une source de courant continu quelconque, qui peut être d'ailleurs la machine elle-même, attendu qu'elle est auto-excitatrice comme toutes les machines à courant continu. Les deux balais sont décalés de $\frac{360^\circ}{2n}$ l'un par rapport à l'autre.

Le circuit inducteur est relié aux segments de la bague comme l'indique schématiquement la figure 4, de façon que les segments soient alternativement reliés à l'une et à l'autre extrémité du circuit inducteur.

Les segments et balais sont disposés de façon que le courant inducteur se renverse au moment précis où s'annule la force électromotrice dans l'induit.

NOTA. — La figure 4 est faite pour une machine à quatre pôles, $n = 2$.

Le courant inducteur est donc renversé $2n$ fois par tour, de façon à redresser la partie négative de la courbe de force électromotrice. On réunit en série les deux forces électromotrices ainsi redressées de chaque alternateur, de façon à utiliser dans le circuit extérieur une différence de potentiel constante comme on l'a expliqué plus haut.

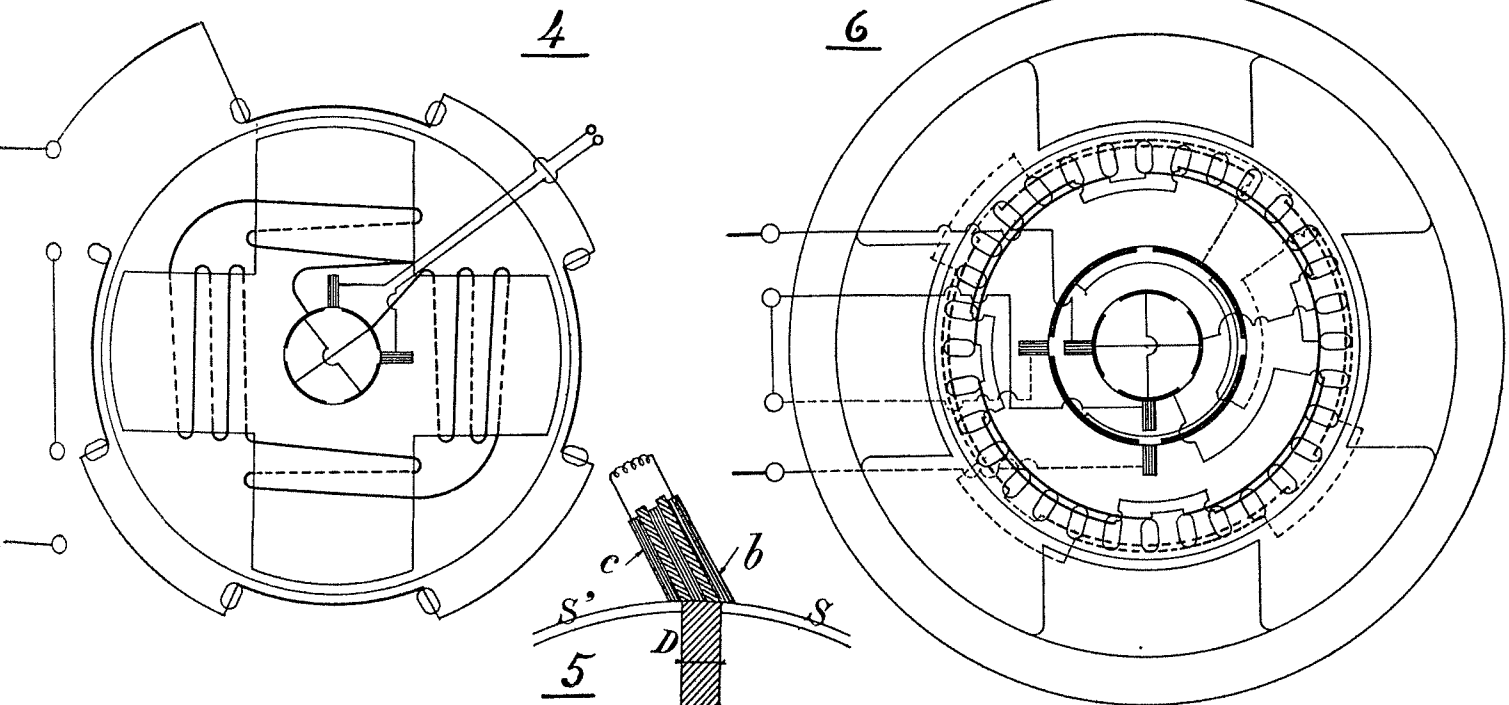
Pour éviter l'étincelle de rupture ou de fermeture due à la self-induction des inducteurs, les balais sont construits de façon à mettre les inducteurs en court-circuit sur une résistance convenable au moment de la rupture du circuit excitateur.

Pour cela, les balais sont construits comme l'indique la figure 5.

La partie centrale est formée de lames métalliques isolées de deux lames conductrices superficielles b et c par des isolants élastiques. Ces lames b et c sont reliées entre elles par une résistance appropriée.

Le fonctionnement de ces balais est bien simple ; au moment de la rupture, la lame b est sur un segment, la lame c sur le suivant, alors que le balai proprement dit a se trouve dans l'intervalle des deux segments, interrompant la communication entre le circuit inducteur et la source de courant continu.

La distance intérieure D entre les deux lames b et c est telle qu'elle égale la distance comprise entre deux segments consécutifs. De plus, tout est réglé de façon que la lame b par exemple, quitte le segment S au moment exact où la partie a vient en contact avec le segment S' pour rétablir le courant dans les inducteurs et de façon



SYSTÈME I. — Courbes superposées après double redressement positif.

Procédé I. — Prenons deux alternateurs monophasés identiques dont les courbes de force électromotrice répondent aux conditions voulues et tournant au parfait synchronisme (leurs arbres étant accouplés d'une façon rigide). Supposons-les, par exemple, à induit fixe et inducteurs tournants.

Les induits de ces deux alternateurs sont décalés l'un par rapport à l'autre d'un quart de période, c'est-à-dire de $\frac{360^\circ}{4n}$ (n étant le nombre de paires de pôles).

que le frotteur proprement dit a abandonne la lame S au moment précis où s'établit le contact entre le segment S' et la lame c .

Procédé II. — Prenons (figure 6) un alternateur diphasé à induit tournant et inducteurs fixes (le contraire peut aussi bien être réalisé).

Sur l'arbre de l'induit, calons deux bagues conductrices isolées de l'arbre et divisées chacune en autant de segments égaux qu'il y a de pôles à la machine (quatre pôles dans le cas de la figure). Sur chaque bague les segments sont réunis de deux en deux de façon à former deux séries reliées chacune à une extrémité de l'enroulement induit

de la phase correspondante Sur chaque série appuie un balai ; ces balais sont donc calés à $\frac{360^\circ}{2n}$ l'un de l'autre. De plus les segments et les balais sont disposés par rapport à l'enroulement induit de la phase correspondante de façon à ce que la ligne de séparation de deux segments passe sous le balai au moment où la force électromotrice induite s'annule.

Dans ces conditions, les balais redressent la partie négative de la courbe tout en recueillant le courant

Le même résultat étant obtenu sur chaque phase, on n'a plus qu'à relier entre elles en série les deux forces électromotrices redressées de façon à les additionner et obtenir le courant continu cherché.

SYSTÈME II. — *Différence de potentiel obtenue par redressement positif d'une des courbes et redressement négatif de l'autre.*

Ce système permet encore d'employer les deux procédés ci-dessus avec non seulement de légères modifications dans les connexions à effectuer, modifications qui s'expliquent d'elles mêmes puisqu'on effectue la différence entre les deux courbes au lieu de leur somme

Nous croyons donc inutile de répéter les explications déjà fournies.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — Il est évident que la machine produisant du courant continu, il est facile de la compounder à volonté.

Il suffit pour cela d'employer le système bien connu appliqué actuellement aux machines à courant continu, système qui consiste à renforcer le champ inducteur au moyen du courant débité par la machine.

De plus, notre appareil est réversible et, par conséquent, peut fonctionner en moteur aussi bien qu'en générateur.

Enfin, bien qu'on puisse facilement obtenir des tensions élevées avec notre appareil, il permet la transformation facile à toute tension, en employant les transformateurs fixes qui servent actuellement pour les courants alternatifs.

Il suffit, en effet, pour cela, d'employer deux transformateurs identiques alimentés séparément par chacune des phases. Les formes de courbes restant les mêmes et toujours décalées d'un quart de période l'une par rapport à l'autre, leur addition ou leur différence se fait dans les mêmes conditions et de la même façon que nous l'avons indiqué plus haut.

Si on veut effectuer un transport de force à longue distance, on emploiera des transformateurs éleveurs de tension à la station génératrice et des transformateurs abaisseurs de tension à la station réceptrice. Le courant dans les lignes de transmission, reste alternatif, mais celui à la station réceptrice est transformé en continu par addition des deux courants diphasés. Cette transformation se fera sans difficulté puisque les lignes de transmission et les appareils de transformation sont identiques pour chacune des phases, que par conséquent, les décalages de chacune des intensités sur leur tension respective sont égales.

EN RESUMÉ, nous revendiquons la propriété de l'application aux machines à courant continu du principe de double redressement et superposition expliqué plus haut, principe permettant de produire soit directement, soit indirectement après transformation de la tension de chacune des phases, du courant continu à toute tension, et cela quel que soit le dispositif pratique employé.

Certificat d'addition au brevet précédent, n° 2.269; 29 septembre 1903.

La machine décrite dans le brevet principal a pour principe la mise en série, après redressement, de deux forces électromotrices alternatives diphasées, redressement consistant à changer chaque force électromotrice alternative en force électromotrice ondulée. Pour opérer ce redressement, deux procédés mécaniques ont été indiqués dans le brevet :

1° Celui consistant à opérer sur l'induit, c'est-à-dire sur le courant débité par la machine ;

2° Celui consistant à opérer sur les inducteurs, c'est-à-dire sur le courant d'excitation.

Dans le cas où l'on opère sur les inducteurs on peut le faire de deux façons 1° mécaniquement, ainsi que cela est indiqué dans le brevet (procédé I avec deux alternateurs monophasés), 2° électriquement comme cela va être spécifié dans la présente addition

Redressement par le procédé électrique — On a vu que par le procédé mécanique, on emploie pour desservir les inducteurs une bague divisée en autant de segments qu'il y a de pôles à la machine ; les segments sont alternativement reliés à l'une et à l'autre extrémité du circuit inducteur et 2 balais reliés à une source de courant continu sont disposés de façon à communiquer avec le circuit inducteur, à interrompre le courant inducteur et le renverser.

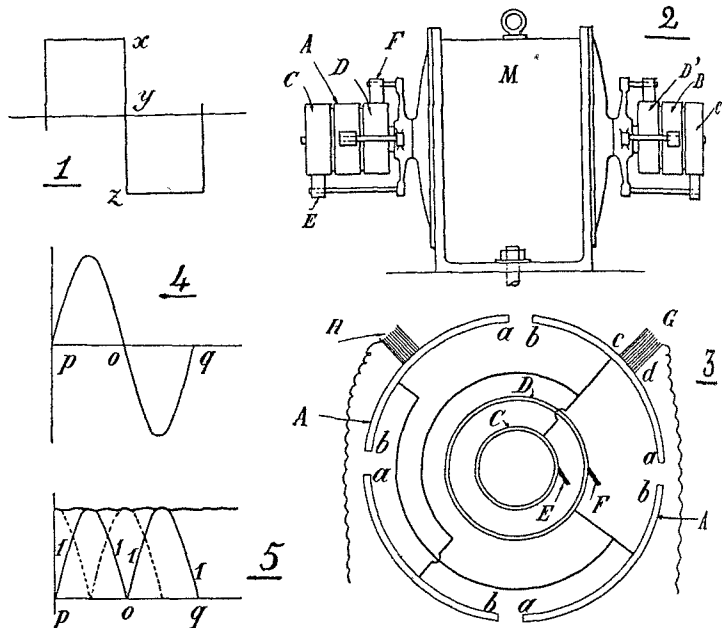
Avec ce procédé, le courant inducteur passe instantanément d'une valeur positive $x y$ à une valeur négative $y z$ égale à la première, puis de celle-ci à la même valeur positive et ainsi de suite comme cela est représenté démonstrativement à la figure 1 du dessin annexé à la présente addition.

La fréquence du phénomène est égale à celle de la force électromotrice alternative de l'alternateur

Au lieu d'opérer avec le commutateur inverseur, on peut exciter les inducteurs par un courant alternatif provenant d'une excitatrice spéciale dont la courbe de force électromotrice est précisément celle indiquée par la fig. 1 ; l'arrivée du courant aux inducteurs se fait alors par de simples bagues munies de frotteurs

Dans ce cas, la machine comprendrait donc 2 alternateurs monophasés décalés de $1/4$ de période, manchonnés arbre à arbre, et excités chacun par une excitatrice spéciale, montée sur le même arbre produisant un courant de même fréquence que celui de l'alternateur, avant redressement.

Il est évident qu'on peut substituer à ces deux excitatrices une seule excitatrice diphasée, l'une des phases alimentant un des alternateurs, l'autre alimentant le deuxième alternateur.



Transformation. — Le principe de l'invention décrite au brevet s'applique à la transformation des courants alternatifs mono, di et triphasés en courants continus, et cette application spéciale constitue un des objets essentiels de la présente addition.

On va donner ci-après en référence des fig. 2 à 5 du dessin, la description d'un transformateur de courants diphasés en courants continus et on indiquera les modifications à apporter à l'appareil pour la transformation des courants mono et triphasés.

L'appareil se compose d'un moteur synchrone M (fig. 2) à 2 n pôles, alimenté par une dérivation du courant à transformer, portant calés sur son arbre, 2 bagues A et B divisées en 2 n segments égaux, présentant entre eux un intervalle ab sensiblement supérieur à la largeur cd du balai, sur chaque bague, les segments sont alternativement reliés entre eux et aux bagues C et D (fig. 3), sur lesquelles frottent les balais de prise de courant E et F, sur chacune des bagues A et B frottent 2 balais G, H, placés à $\frac{360^\circ}{2n}$ et reliés à chacune des phases du courant à transformer.

Supposons l'appareil en marche et examinons le fonctionnement de la bague A par exemple : les balais G et H sont disposés de façon à se trouver sur les espaces neutres ab (fig. 3) au moment où la force électromotrice à transformer est nulle, c'est-à-dire correspondante au point o (fig. 4) Pendant la demi-période po (correspondant aux positions des fig. 4, 5), le balai G est positif, le balai H négatif et par suite la bague C est positive et la bague D négative ; pendant la demi-période oq , le balai G devient négatif et H positif, mais les connexions ayant été inversées, grâce aux segments, entre G, H et C, D, on voit que la bague C reste positive et la bague D négative. Donc, entre les bagues C et D, on a la différence de potentiel représentée par la courbe 1 de la fig. 5. Le même phénomène se passe sur la bague B et en mettant en série les deux forces électromotrices dressées et diphasées recueillies en C, D et C', D', on a le courant continu cherché (fig. 5).

Application aux courants monophasés. — Le transformateur absolument semblable à celui décrit ; pour obtenir le courant diphasé avec le courant à transformer, on peut se servir d'une bobine de self ou d'une capacité.

Application aux courants triphasés. — Le transformateur comporterait alors 3 groupes formés des bagues A, C, D : chaque bague alimentée par l'une des phases du système triphasé, le fonctionnement et la mise en série des phases se fait de la même façon que pour les courants diphasés.

EN RÉSUMÉ. — Cette addition a pour objet : 1° un procédé électrique de redressement de deux forces électromotrices diphasées en opérant sur les inducteurs sans commutateur, par l'excitation des inducteurs au moyen d'un courant alternatif provenant d'une excitatrice spéciale; 2° l'application du principe de l'invention décrite au brevet à la transformation des courants alternatifs mono, di et triphasés en courants continus.

BIBLIOGRAPHIE

La technique des courants alternatifs, à l'usage des électriciens, contremaîtres, monteurs, etc., par Giuseppe SARTORI, ingénieur, professeur d'électrotechnique à l'I.R. technique supérieur de Milan, traduit de l'italien par J.-A. MONTPELLIER, rédacteur en chef de *L'Electricien*.

Tome I: *Exposé élémentaire et pratique des phénomènes du courant alternatif*. 1 vol. gr. in-8° de 472 pages et 260 figures. Broché: 15 fr. Vve Ch. Dunod, éditeur, Paris 1904.

Le livre de M. Sartori résout, de la façon la plus heureuse, le problème consistant à exposer sans calculs, par la méthode physique seulement, l'étude pourtant si complexe des courants alternatifs. Jusqu'ici cette étude avait été une des parties de l'électrotechnique que l'on considérait comme ne pouvant être exposée d'une manière élémentaire. L'ouvrage dont M. Montpellier vient de nous donner la traduction française a, comme le dit excellemment notre confrère, le mérite incontestable de montrer que ce problème n'était pas insoluble, car l'auteur en donne la solution la plus complète.

A la lecture de ce livre on est tout d'abord frappé par l'excellence de sa méthode d'enseignement et par la clarté avec laquelle il expose un sujet si difficile. Sans rien sacrifier de la rigueur scientifique dont on ne doit jamais se départir, il a trouvé le moyen de se mettre à la portée de ceux qui n'ont pas la pratique des calculs mathématiques. Ce résultat est dû aux circonstances dans lesquelles on été professées les leçons dont cet ouvrage est la publication fidèle, circonstances que M. Sartori nous expose dans la préface. Les jeunes gens formant son auditoire sont des contremaîtres, des mécaniciens, des monteurs n'ayant qu'une instruction primaire, mais qui sont remplis de bonne volonté et peuvent suivre avec fruit l'enseignement d'une matière qui, comme l'électrotechnique, demande beaucoup de réflexion et habitue l'esprit à penser. Dans ses relations journalières avec cette catégorie d'élèves il a invariablement constaté une ignorance presque complète des principes fondamentaux qui régissent les phénomènes des courants alternatifs. Ce personnel a une très grande habileté en ce qui concerne le montage, la conduite et l'entretien de toutes les machines et des nombreux appareils constituant les installations à courant alternatif; mais la plupart, remarque justement l'auteur, ignorent probablement pourquoi un transformateur est autorégulateur, pourquoi la vitesse angulaire est constante dans un moteur synchrone et variable dans un moteur asynchrone, etc. C'est pourquoi il s'est attaché à une méthode d'enseignement qui consiste à exposer les phénomènes du courant alternatif à un point de vue purement physique et en rappelant à chaque pas l'énoncé des principes. S'il en résulte des répétitions, loin de nuire à l'intelligence de l'enseignement, elles sont au contraire d'un grand secours pour les élèves et les lecteurs en leur permettant de mieux saisir toutes les parties de ce sujet si complexe.

Ces considérations justifient la physionomie du présent ouvrage et son caractère spécial le mettant bien à la portée de toutes les personnes qui, n'ayant qu'une instruction primaire, n'ont pas à chaque instant la facilité de consulter quelqu'un capable de les guider dans leur étude et de leur expliquer, avec la clarté suffisante, des points qui sont sans nul doute présentés dans les traités techniques avec une rigoureuse exactitude, mais qui peuvent paraître obscurs pour la catégorie de lecteurs à qui ce livre s'adresse.

Les trois premiers chapitres du Tome I traitent des phénomènes périodiques et de la manière de les représenter, des phénomènes d'induction électromagnétique, de ceux d'induction mutuelle et de self-induction. L'étude du courant alternatif et de l'impédance d'un circuit occupe le Chapitre IV. Dans les suivants, on étudie les valeurs particulières des quantités électriques périodiques et leurs applications aux instruments de mesure, la forme des courbes représentatives des quantités alternatives, les effets des condensateurs et ceux des bobines de réactance. Le Chapitre IX est consacré aux courants polyphasés, le suivant aux champs magnétiques que produisent les courants alternatifs. Le fonctionnement des alternateurs, des transformateurs, des moteurs synchrones, des moteurs asynchrones polyphasés et à courant alternatif simple, des transformateurs tournants et des commutatrices remplit les chapitres XI à XVI. Le Chapitre XVII étudie le couplage des alternateurs. La mesure du rendement, l'étude des lignes de transmission et des systèmes de distribution d'énergie font l'objet des deux derniers.

L'étude attentive de ce premier volume constitue une préparation très suffisante permettant d'aborder avec fruit celle des développements et des calculs qui font l'objet du Tome II annoncé et complètement indispensable du tome I.

Dire de plus que la traduction de ce remarquable ouvrage est faite par M. Montpellier, c'est dire qu'elle répond à tous les desiderata qu'on peut formuler en pareille matière.

L'Electricité et ses Applications, par A. REBOUD, Licencié ès-sciences, Principal du collège de Sisteron. — 2° partie: *Les Machines d'induction*. Vol. in-8° de 380 pages et 190 figures. — Béranger, éditeur, Paris.

Nous avons déjà donné notre appréciation sur la première partie de cet ouvrage: *Les Piles Electriques*, dans notre numéro de décembre 1902. A ce moment nous souhaitons l'apparition prochaine du deuxième volume en exprimant l'espoir qu'il serait aussi bien conçu que le premier. Nous avons aujourd'hui la satisfaction de constater que l'auteur a très heureusement répondu à ce que les lecteurs attendaient de lui.

Comme « Les Piles Electriques », « Les Machines d'Induction » forment un ouvrage écrit sans prétention, mais en un style facile, débarrassé de tout calcul théorique, mais pour ceux que la pratique seule intéresse, mettant bien au point par des descriptions claires et des exemples très judicieusement choisis les principes en vertu desquels fonctionnent les machines industrielles. Si tout le monde a vu marcher un régulateur à arc, une machine dynamo ou un tramway électrique, peu nombreuses sont les personnes qui se font une idée bien nette des phénomènes mis en œuvre par ces appareils. En donner une conception simple mais exacte et cela sans recourir à des considérations mathématiques ardues, c'est rendre service à combien d'usinières, contre-maîtres, élèves des écoles pratiques de commerce et d'industrie, et même d'industriels qui n'étant pas au courant de la science électrique ont affaire à ses applications.

Voici dans leur ordre les titres des 15 chapitres du livre: Généralités sur l'industrie électrique; grandeurs électriques; dynamos à courant continu; alternateurs; transformation de l'énergie électrique; appareils accessoires d'une installation électrique; distribution et canalisation de l'énergie électrique; éclairage par lampes à incandescence; éclairage par lampes à arc; électro-thermie; électro-chimie et électro-metallurgie; moteurs électriques; applications des moteurs électriques; transport électrique de la force; traction électrique. C'est, comme on le voit, l'étude générale de tout ce qui concerne la production, la distribution et l'utilisation industrielle de l'énergie électrique.

A ces chapitres, M. Reboud a eu l'excellente idée d'ajouter des notes qui, pour les lecteurs auxquels il s'adresse, ajoutent beaucoup à l'intérêt du livre. La première est constituée par la loi du 25 juin 1895 sur l'établissement des conducteurs d'énergie électrique; la deuxième, par l'instruction technique du 5 septembre 1898 (application de la loi précédente); la troisième, par la circulaire ministérielle du 10 août 1895 concernant les secours à porter aux personnes victimes d'un accident par contact avec les canalisations électriques. La note IV résume les travaux du *Congrès de la houille blanche* et la note V donne en exemple quelques solutions numériques des problèmes industriels qu'on rencontre le plus fréquemment. — Nos félicitations à l'auteur.

Les entreprises de distribution d'énergie électrique. — Législation et jurisprudence, par Raymond SÉE, docteur en droit, ancien élève de l'Ecole Polytechnique. — Paris, Arthur Rousseau, éditeur, 1903.

Ce livre de deux cents pages n'a pas pour but d'exposer des idées nouvelles ou de donner des aperçus originaux, on y trouvera mieux que cela: un groupement succinct, très bien ordonné, une sorte de tableau synoptique des principes que d'autres ouvrages spéciaux, notamment l'excellente *Revue des Concessions*, ont longuement commentés. Sauf quelques erreurs, comme par exemple cette affirmation que le délai accordé pour le recours au Conseil d'Etat est de trois mois, alors qu'il n'est que de deux, ce livre renferme des indications bien précises. Nous citerons notamment les deux premières parties consacrées à l'étude de la constitution de l'entreprise de la distribution d'énergie, et au principe de la concession en elle-même, puis, dans la quatrième partie, l'énumération des impôts directs et des droits d'enregistrement qui grevent les traités de concession.

Il est regrettable que l'auteur, qui a une plume facile et manie d'une façon élégante la langue du droit, nous ait privés d'une étude qui, à cette heure, serait particulièrement intéressante et qu'il a seulement ébauchée sous ce titre: « Co-occupants de la voie publique ». Existe-t-il un droit de priorité parmi les divers occupants? Le permissionnaire est-il dans une situation inférieure à celle du concessionnaire?... Peut-être une nouvelle édition nous donnera-t-elle une explication sur tous ces points, quand ils auront été élucidés par la jurisprudence.

Le Radium, par G. H. NIEWENGLOWSKI. Un volume in-12 avec nombreuses figures et plusieurs photographies. — H. Desforges, éditeur, 39, quai des Grands-Augustins, Paris, 1904.

Dans cette brochure, M. Niewenglowski nous montre, aussi simplement que possible, les mystérieuses propriétés du radium, et fait un historique complet de la découverte de M. et Mme CURIE, en insistant particulièrement sur les propriétés photographiques des corps radioactifs. L'auteur décrit un certain nombre de recherches concernant les actions exercées sur la plaque photographique par nombre de corps, actions qui, par certains côtés, semblent avoir quelque analogie avec la radioactivité, mais qui en diffèrent par divers caractères ; c'est ainsi qu'il insiste sur les belles expériences de NIEPCE DE SAINT-VICTOR, montrant que les curieux effets observés par ce savant n'avaient aucun rapport avec les rayons Becquerel ; il décrit également en détail les expériences de M. R. COISON et de M. RUSSELL sur l'impression des plaques photographiques par certains métaux et certains corps organiques, impression due à des traces d'eau oxygénée. Il expose aussi les curieux phénomènes observés par M. VILLARD sur les effets produits sur la plaque photographique par les corps traités préalablement par l'ozone, effets d'autant plus intéressants que l'on semble admettre que l'émanation du radium ne serait autre que de l'ozone.

Si l'auteur ne décrit comme applications du radium que celles qui ont trait à la thérapeutique, c'est que seules elles ont fait l'objet d'études suivies ; de nombreuses applications ne tarderont sans doute pas à voir le jour ; mais il serait prématuré de les décrire avant leur réalisation complète.

D'ailleurs les applications du radium et les problèmes scientifiques que soulève cette belle découverte ne peuvent être aisément étudiés à cause de la rareté de ce corps. Jusqu'à présent, le radium n'a été extrait que des résidus de traitement de la pechblende ; il n'existe actuellement que 2 grammes de bromure de radium pur et quelques grammes de sels impurs moins actifs. Il devient de plus en plus difficile de se procurer les résidus de pechblende nécessaires pour extraire de nouvelles quantités de radium.

Il est donc du plus grand intérêt de rechercher d'autres minéraux que la pechblende contenant des matières radioactives. Cette recherche est des plus faciles pour tout photographe, amateur ou professionnel. Aussi l'auteur décrit-il la méthode à employer, dans l'espoir de voir quelques-uns de ses lecteurs découvrir des roches, terres ou sables radioactifs, et rendre ainsi un grand service à la science.

Les Canalisations électriques, par R. WITTEBOLLE, ingénieur-électricien. Bibliothèque de l'Ouvrier Electricien, tome IV, in-12, avec 158 figures. — H. Desforges, éditeur, 39, quai des Grands-Augustins, Paris, 1904.

Ce petit volume est spécialement consacré aux Canalisations électriques. Après avoir rappelé quelques généralités, l'auteur consacre au calcul d'une installation un chapitre qui, rédigé d'une manière claire et précise, sans formules inutiles, met n'importe qui à même de calculer une installation d'importance moyenne.

Cet ouvrage donne, avec de nombreuses figures, d'intéressants détails sur la manière d'exécuter les coudes et les raccords ainsi que la jonction de diverses canalisations.

En un mot, ce petit livre est appelé à rendre de grands services, non seulement aux ouvriers, auxquels il est spécialement destiné, mais encore à tous ceux — architectes, entrepreneurs, propriétaires, etc. — qu'intéresse la question des canalisations électriques.

LIVRES NOUVEAUX EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Traité pratique d'électricité. GAILLARD. Gr. in-4° : 10 fr.

Electricité expérimentale et pratique. LEBLOND. Tome IV. In-8° : 8 fr.

Introduction à l'étude de l'électricité statique et du magnétisme. BICHAT et BLONDOT. In-8° : 5 fr.

Le monteur électricien. BARNI et MONTPELLIER. In-16 : 5 fr.

L'Electricité agricole. E. GUARINI. In-16 : 3 fr.

Les régulateurs des machines à vapeur. LECORNU. In-4° : 12 fr. 50.

Les turbines. GÉRARD LAVERGNE. Pet. in-8° : 2 fr. 50.

Progrès de l'électrotechnique en 1902 (4^e cahier) (All.). 13 fr. 75.

Pratique électrique moderne. MACLEAN (Angl.). In-8° : 12 fr. 50.

Organisation et entretien d'usines centrales d'électricité. C.-H. WORDINGHAM (Angl.). In-8° : 33 fr. 50.

Traité d'électricité et de magnétisme. VOGLER (All.). In-8° : 5 fr.

Etudes expérimentales des phénomènes de commutation dans les dynamos à courant continu. KARL CZEYA (All.). Gr. in-8° : 3 fr. 75.

Théorie, calcul et construction des turbines et de leurs régulateurs. GRAF. In-8° : 10 fr.

Eclairage: Huiles, alcools, gaz, électricité, photométrie. GALINE et SAINT-PAUL. In-8° : 15 fr.

Irrigations et drainage. RISLER et WERY. In-16 : 5 fr.

Introduction à la chimie physique. J. WALKER (Angl.). In-8° : 14 fr.

Manuel pratique d'étude et de tracé des chemins de fer. BINON. Broché : 7 fr. 50.

Protection des voies ferrées contre la neige et les avalanches. SCHUBERT (All.). In-8° : 7 fr.

Etude géologique de la bordure sud-ouest du massif central. A. THÉVENIN. In-8° : 11 fr.

Congrès international d'hydrologie, de climatologie et de géologie. Grenoble 1902. Comptes rendus. Gr. in-8° : 12 fr.

Abregé de la législation des chemins de fer et tramways. COISON. In-8° : 7 fr.

Loi espagnole sur la propriété industrielle. P. CARPENTIER. In-8° : 3 fr. 50.

Des déchéances en matière de brevets d'invention. AIMOND. Gr. in-8° : 5 fr.

RENSEIGNEMENTS DIVERS SUR LA HOUILLE BLANCHE

Nous croyons intéressant de mettre sous les yeux de nos lecteurs les renseignements suivants relevés dans diverses publications techniques.

La houille blanche en France.

Il est impossible de contester le grand rôle que peut jouer dans l'avenir cette nouvelle industrie. Il est un fait avéré, c'est que, dans la deuxième partie du XIX^e siècle, le développement économique de la France est loin d'avoir correspondu à celui des autres peuples ; il a été de beaucoup inférieur à celui non seulement des Etats-Unis, mais de l'Allemagne, de l'Angleterre, intérieur même à celui de l'Autriche-Hongrie, et, toutes proportions gardées, très inférieur à celui de la Belgique. Sans doute, l'industrie française s'est développée dans ces dernières années, mais elle a fait des progrès infiniment moins sensibles que chez les peuples voisins. Partout l'on conclut à leur supériorité ; sommes-nous en décadence ? Sinon, quelle peut donc être la cause de cette lenteur relative du progrès industriel de la France ? M. Leroy-Beaulieu se l'est souvent demandé et il est arrivé à la découvrir. Cette cause, en général inaperçue, est, cependant, on ne peut plus visible et certaine : c'est simplement la pauvreté du sous-sol français, et il cite à l'appui de ce qu'il avance des chiffres éloquents : alors que les Etats-Unis tirent de leurs mines 250 millions de tonnes de houille, l'Angleterre 220, l'Allemagne 160, l'Autriche-Hongrie 40, et, en outre, de grandes quantités de pétrole, la Belgique (dont le territoire est égal au seizième du nôtre et la population à sixième) 22 millions, nous ne pouvons fournir que 33 à 34 millions de tonnes de houille, c'est-à-dire le 1/8 de la production des Etats-Unis, le 1/7 de celle de l'Angleterre, le 1/5 de celle de l'Allemagne ; telle est, selon M. Leroy-Beaulieu, la principale cause de cette infériorité dans l'essor de la France.

Si notre sous-sol houiller était non pas égal, mais approchant de celui des autres nations, nos industries, tant métallurgiques que mécaniques, qui subissent une infériorité au point de départ, auraient fait des progrès infiniment plus considérables, et notre population même pourrait compter 5 ou 6 millions d'individus en plus.

Mal partagés quant au sous-sol, nous avons cette bonne fortune d'être riches en chutes d'eau. A ce point de vue, nous sommes plus favorisés que les autres nations, sauf l'Italie et la Suisse. Hâtons-nous de profiter de cette richesse inespérée ; jamais, sans doute, la houille blanche ne se substituera complètement à la houille noire, mais l'énergie de celle-ci, savamment utilisée, transformée par des procédés nouveaux, peut faire cesser notre infériorité industrielle et tout au moins l'atténuer sensiblement. Nous devons préparer la voie à cette nouvelle force.

(Extrait du Bulletin de la Société d'Economie sociale)

Le rapport général sur le budget du commerce contient les renseignements suivants sur l'industrie de la houille blanche, qui s'est développée surtout dans la région des Alpes.

D'après les statistiques de l'Office du travail, on a recensé en

France sur les rivières non navigables 46 000 établissements utilisant la force de 49 000 chutes d'eau, représentant 500 000 chevaux-vapeur.

Sur les cours d'eau navigables, on n'a relevé que 1 500 établissements disposant de 86 000 chevaux-vapeur.

Sur les cours d'eau non navigables, les départements qui comptent le plus d'établissements de ce genre sont : le Puy-de-Dôme, le Finistère, les Basses-Pyrénées, les Côtes-du-Nord, l'Isère, la Haute-Loire et les Vosges ; dans chacun d'eux, on a relevé plus de mille établissements.

Ces départements ne sont d'ailleurs pas toujours ceux qui disposent au total des forces les plus puissantes. Les rivières non navigables fournissent aux usines plus de 100 000 chevaux de force : dans l'Isère (37 000), la Savoie (31 000), les Basses-Pyrénées (22 000), la Haute-Savoie (20 000), les Hautes-Pyrénées (17 000), les Vosges (13 000), le Doubs (11 000).

Somme toute, l'Isère est le département qui semble avoir le plus largement profité des forces hydrauliques naturelles : 1049 établissements y disposent de 36 766 chevaux en puissance hydraulique et, parmi ces établissements, 8 seulement absorbent plus de 16 000 chevaux, un seul en prend 5 000 pour son compte.

L'usine la plus importante est située dans la Savoie ; elle dispose de près de 11 000 chevaux.

Au contraire, il y a 19 départements qui n'ont aucune usine utilisant la force de cours d'eau navigables.

Un seul département renferme plus de 100 établissements utilisant la force de cours d'eau navigables, c'est celui de la Haute-Garonne ; ces établissements disposent au total de près de 8 000 chevaux. Le département qui, après la Haute-Garonne, emprunte le plus de force aux cours d'eau navigables, est celui du Jura avec près de 6 000.

On trouve sur les canaux et rivières navigables de très gros établissements. Dans le Rhône, où l'on n'observe qu'un établissement utilisant la puissance motrice du fleuve, cet établissement dispose de 10 000 chevaux qu'il distribue électriquement, par petites fractions, à un certain nombre d'ateliers.

Il y a lieu de penser que les progrès scientifiques et techniques, réalisés pour ainsi dire chaque jour, multiplieront, soit pour la transmission de l'énergie électrique, soit pour l'électrochimie, les établissements hydrauliques, (*Bulletin de la Fédération des industriels et des commerçants français*).

La puissance brute que je viens de chiffrer n'est pas partout disponible. Elle est très peu entamée par les anciens moulins que l'on pourrait en réalité négliger dans une statistique où l'on ne compte que les forces supérieures à 200 chx ; mais il faut tenir compte des grandes usines hydro-électriques récemment créées ou en voie de création.

Le recensement des moulins, en ce qui concerne les cours d'eau non navigables ni flottables, a été fait avec beaucoup de soin, en France, par le service de l'Hydraulique agricole, et les résultats généraux en ont été analysés par M. Turquan. Pour toute la France et pour l'année 1890, le nombre de ces établissements était de 69 620. Leur puissance totale brute s'élevait à 1 028 807 ; mais, avec le faible rendement d'engins très peu perfectionnés, la puissance totale réellement utilisée devait atteindre environ le tiers seulement de la puissance brute, soit 342 936, de telle sorte que par usine la puissance moyenne brute était égale à 14 chx, et la puissance moyenne réellement utilisée à environ 4,7 chx.

Les onze départements situés entre la frontière des Alpes et le Rhône n'accusaient pas dans la statistique de M. Turquan, comparés au reste de la France, une allure sensiblement différente. Le nombre des usines hydrauliques était pour cette région de 8 961 et leur puissance brute de 113 364 chx, soit en moyenne 12,6 chx par usine.

Des données statistiques qui précèdent, on doit conclure que, même dans les régions alpestres, les « grandes forces hydrauliques », il y a quelques années, n'étaient pas utilisées. Elles l'ont été tout d'abord à Bellegarde, véritable installation de précurseurs où, malgré l'ingéniosité de la transmission par câbles télé-dynamiques, les milliers de chevaux créés sont presque restés sans emploi jusqu'à l'avènement de l'électricité ; à Genève, où l'on a employé l'eau sous pression pour la distribution des forces ; dans l'Isère, par M. Bergès.

A la suite de ces premiers essais, dans les régions voisines de la France, de la Suisse et de l'Italie, les exemples se sont rapidement multipliés ; les installations grandioses se sont succédé, où l'on chiffrait le nombre de chevaux non par dizaines et unités, mais par milliers et centaines.

Aucune statistique complète de ces nouvelles usines n'a encore été faite. D'une enquête officieuse, il semble résulter qu'au 1^{er} janvier 1899 les usines créées ou en voie de création dans la région des Alpes étaient au nombre de 58, représentant une puissance maximum totale de 250 000 chx, soit environ 4 000 chx par usine.

Ainsi donc, en nombre rond, 9 000 moulins d'une puissance moyenne de 12 chx chacun, voilà le bilan par lequel se résume, à la suite d'efforts séculaires, la mise en valeur de notre richesse hydraulique alpestre ; 58 usines d'une puissance moyenne de 4 000 chx chacune, voilà ce qu'y a ajouté, au bout de quelques années, l'essor économique extraordinaire qui est la conséquence du progrès des applications électriques.

Pour se rendre compte exactement des Forces actuellement disponibles, il faut encore remarquer : 1^o que certaines usines, par les conditions de leur établissement, rendent indisponibles ou tiennent en réserve des forces très supérieures à celles qu'elles utilisent réellement, aucune précaution réglementaire n'étant prise pour éviter cet inconvénient, 2^o qu'il y a une quantité de projets à l'étude, ayant déjà donné lieu, avant toute demande de réglementation, à des traités avec les propriétaires riverains, et aussi un grand nombre de chutes barrées par des spéculateurs obstructionnistes.

Nous n'avons pas les moyens d'évaluer avec précision l'influence des deux causes ci-dessus. Il est permis de penser que la puissance gaspillée, barrée ou mise en réserve, est, dans certaines régions, très considérable et que, si aucune loi nouvelle n'intervient, les choses iront en s'aggravant rapidement.

Il ne faut pas se méprendre sur la valeur des chiffres que je ne produis qu'avec circonspection. Ces chiffres reposent sur des hypothèses qui devront être revisées au fur et à mesure que des jaugeages méthodiques et répétés auront fourni quelques données sur le régime si peu connu de nos cours d'eau. Mais, avec le temps, d'autres éléments interviendront, qui soumettront les évaluations primitives à une perpétuelle révision.

Tout d'abord, il faut se garder de confondre les puissances brutes disponibles avec les puissances économiquement utilisables. Un statisticien ne peut considérer que les premières. Ce sera, plus tard, aux ingénieurs et aux industriels, à faire le triage des secondes en tenant compte des circonstances de temps et de lieu, et, pour cela, de longues études seront indispensables. Ces études, il y a intérêt à les entreprendre au plus tôt ; il convient, en attendant, de n'accepter qu'avec réserve les prédictions optimistes ou pessimistes auxquelles chacun peut être entraîné, suivant la propre tournure de son esprit ou les faits qui l'ont impressionné.

Nos voisins les Italiens et les Suisses nous donnent à ce sujet certains exemples instructifs.

Dans ces deux pays, qui n'ont pas de gisements houillers, on se préoccupe plus passionnément, et depuis plus longtemps qu'en France, de l'utilisation des forces hydrauliques ; mais, de statistiques générales exactes, pour le moment, on n'en possède pas davantage.

En Italie, les ingénieurs de l'Etat ont officiellement dressé, vers l'année 1894, une statistique des forces hydrauliques économiquement utilisables, et ils ont évalué à 2 millions de chx l'ensemble des forces encore disponibles. Mais il semble admis, aujourd'hui, que cette évaluation est au-dessous de la réalité. Dans la seule province de Turin, une des mieux pourvues, où le recensement de 1894 n'indiquait que 227 450 chx, il y en a probablement 600 000 utilisables avec plus ou moins d'économie, et déjà 100 000 chx sont concédés ou en voie de concession. A une époque où l'électricité n'avait pas encore laissé voir ce qu'elle pouvait faire, les Ingénieurs italiens ont bien certainement apprécié avec trop de sévérité les conditions économiques pouvant rendre une force hydraulique utilisable.

En Suisse, l'ingénieur Rob. Lauterburg, de Berne, s'est jadis livré à des recherches prolongées pour évaluer, ou plutôt cataloguer, les forces hydrauliques de la Suisse. Mais il n'a pas entendu seulement faire œuvre de statisticien recueillant et classant des faits certains et incontestables. Il a voulu faire entrer en compte, en même temps, toutes les circonstances qui peuvent rendre une force hydraulique plus ou moins avantageuse : les besoins de la navigation ou de l'agriculture, les servitudes de toute nature dont les cours d'eau sont grevés, l'éloignement des chemins de fer et des débouchés industriels, l'élévation des dépenses de premier établissement, etc.

L'expérience semble avoir montré que les bases de M. Rob. Lauterburg, qui étaient peut-être bonnes il y a quinze ans, pèchent aujourd'hui par des restrictions excessives : il évalue pour toute la Suisse l'ensemble des forces hydrauliques utilisables dans de bonnes conditions économiques et en respectant largement toutes les servitudes, à 253 697 chx suivant une certaine méthode, et à 582 833 chx suivant une autre méthode. Toutes ces évaluations anciennes, infiniment trop basses, n'ont pas empêché, fort heureusement, les villes et les industriels de découvrir et de mettre en valeur des forces que les prévisions de statisticiens trop timorés ne leur révélaient pas. C'est ainsi, pour en citer un exemple bien connu, que la ville de Genève, dont l'Etat tout entier est porté dans la statistique de M. Rob. Lauterburg comme ne possédant que 7 655 chx utilisables, a établi à la Coulouvrenière, en 1886, une première usine de 4 200 chx, puis, à Chèvres, immédiatement en aval, une seconde usine de 10 à 12 000 chx, mise en exploitation en 1896, et qu'elle se propose quand ces deux usines ne suffiront plus, d'en établir une troisième à la Plaine, dont la puissance variera entre 13 440 et 24 000 chx, ce qui portera à plus de 30 000 chx la puissance totale tirée du Rhône, entre le lac de Genève et la frontière. — Autre exemple : le petit cours d'eau de l'Avançon, près de Bex, est porté, dans la statistique, pour 285 chx (de Penfaire à Bex) ; et la Société des Forces Motrices de l'Avançon, formée en 1897 pour desservir diverses industries, en même temps que le chemin de fer électrique Bex-Gryon-Villars, a construit une usine, dont la force minimum ne descendra pas au-dessous de 1 300 chx et sera supérieure à 3 000 chx pendant neuf à dix mois de l'année.

Société des Ingénieurs civils.

(Extrait de la conférence de M. René Tavernier.)

Utilisation des Chutes d'Eau.

La question a d'autant plus d'importance pour la France en général que le charbon national lui fait défaut, et qu'elle doit en importer une très grande quantité de l'étranger.

D'après l'Annuaire du Comité central des houillères, on a consommé en 1899, en France, 45 228 000 tonnes de houille (dont 5 079 000 à Paris) (1).

Les chemins de fer ont absorbé 5 079 000 tonnes (dont 3 440 000 de provenance française et 1 639 000 venues de l'étranger).

L'étranger a fourni 13 342 620 tonnes (principalement l'Angleterre, 6 720 000 tonnes; l'Allemagne, 1 870 600 tonnes; la Belgique, 4 752 000 tonnes), c'est donc un tribut de 200 000 000 de francs que nous payons annuellement à l'étranger en ne comptant le prix d'achat qu'à 15 francs la tonne.

Si on estime que 1 kilogramme de houille peut produire une énergie de 1 cheval-heure (ce qui est, pour la plupart des cas, un rendement très exagéré), les 13 342 600 tonnes de houille importées représenteraient une énergie de 13 342 600 000 chevaux-heure.

En supposant qu'une usine électrique marche 20 heures par jour pendant 300 jours par an, son fonctionnement annuel sera de $20 \times 300 = 6 000$ heures. Comme on peut admettre que le rendement moyen des appareils utilisateurs hydrauliques est de 75 %, il faudrait, pour donner une énergie équivalente à celle du charbon importé, une puissance hydraulique de :

$$\frac{13\ 342\ 600\ 000}{6\ 000 \times 0,75} = 2\ 960\ 000 \text{ chevaux, soit } 3\ 000\ 000 \text{ de chevaux.}$$

L'estimation de la puissance hydraulique disponible en France est excessivement difficile à établir. M. Bergès, le créateur des usines de Lancey, le véritable pionnier de la Houille Blanche, en se basant sur les résultats obtenus dans le bassin de Lancey, estime à 10 000 000 de chevaux la puissance hydraulique du Sud-Est, du Jura et des Pyrénées.

Même en considérant cette évaluation comme optimiste et en la diminuant de moitié, on voit que rien que l'utilisation des chutes des régions montagneuses permettrait, et au delà, à notre pays de se libérer du tribut annuel qu'il paye à l'étranger.

D'après les documents officiels du Ministère du Commerce, il existerait en France 47 904 usines hydrauliques utilisant une puissance de 574 972 chevaux. La puissance totale des machines à vapeur est de 1 432 680 chevaux, sans y comprendre celles utilisées dans les entreprises de transport, chemin de fer, tramway, etc.

Si l'on considère la région du Sud-Est, plus particulièrement étudiée, comprenant 11 départements (2), on trouve, pour la puissance hydraulique utilisée, 8 961 usines de moins de 100 chevaux, avec une puissance totale de 103 000 chevaux.

Les usines de plus de 100 chevaux s'y répartissent ainsi :

Imprimerie et papeterie.....	21 usines	12 660 chx
Tissages	4 »	986 »
Fabriques de ciment.....	6 »	2 550 »
Fabrique de céramique.....	1 »	2 536 »
Production de l'aluminium.....	5 »	20 480 »
Produits métallurgiques et divers.	6 »	20 480 »
Fabriques de chlorate de potasse..	2 »	19 000 »
Fabriques de carbure de calcium ..	16 »	67 150 »
Usines d'éclairage électrique et de transport d'énergie.....	23 »	46 000 »
Chemins de fer et tramways (3)....	3 »	4 000 »
Total.....		195 842 chx

Soit une puissance totale d'environ de 298 842 chevaux environ.

Les quelques indications qui précèdent montre l'importance pour notre pays de l'utilisation méthodique de ses ressources en énergie hydraulique.

(Revue Technique).

F. LOPPÉ.

La houille blanche en Russie.

Au troisième Congrès électrotechnique russe qui s'est tenu à Saint-Petersbourg, M. W. Kovalevsky, conseiller privé, a fait un rapport sur la *Houille blanche*, ou, plus exactement, sur l'utilisation des chutes d'eau. Alors que les Etats-Unis, la Suisse, la Norvège, l'Italie

(1) En 1900, la production totale de la houille s'est élevée, dans le monde entier, à 757 millions de tonnes, soit : 245 000 000 de tonnes pour les Etats-Unis, 228 000 000 pour l'Angleterre, 150 000 000 pour l'Allemagne, 33 000 000 pour la France et 24 000 000 pour la Belgique.

La consommation pour ces mêmes pays a été, en tonnes : Pour les Etats-Unis 239 000 000, l'Angleterre 169 000 000, l'Allemagne, 150 000 000, la France 47 000 000 et la Belgique 21 000 000.

(2) Haute-Savoie, Savoie, Isère, Rhône, Drôme, Hautes-Alpes, Basses-Alpes, Vaucluse, Bouches-du-Rhône, Var, Alpes-Maritimes.

(3) Ce sont celles du tramway de Chapareillan et de la Compagnie P.-L.-M.; les autres tramways de la région empruntent leur énergie à des usines de transport d'énergie et d'éclairage.

et la France, utilisent cette force naturelle, la Russie n'a jusqu'ici qu'un nombre restreint d'installations hydro-électriques.

Quoique l'on n'ait pas de données exactes sur la puissance des chutes d'eau de la Russie d'Europe et, à plus forte raison, de la Sibirie, on peut pourtant évaluer approximativement les forces utilisables à 11 000 000 de chevaux-vapeur, dont 3 000 000 pour la Finlande.

Vingt-quatre cours d'eau de la Russie d'Europe peuvent fournir des forces assez considérables, malheureusement, leur situation n'est pas très propice. Parmi ceux dont l'utilisation serait la plus profitable, on peut citer le Dniéper (240 000 chevaux), le Naroff (38 000); le Wolkaff (33 000); la Dwina (120 000) et le Dniester (96 000).

Si l'on compte par bassin, celui de la mer Baltique peut fournir 300 000 chevaux, celui de la mer Noire (non compris le Caucase), 350 000 chevaux.

La non utilisation des forces hydrauliques est due à deux causes : 1° l'étude technique et économique de la question est insuffisante ; 2° la question juridique n'est pas résolue ; on n'est pas d'accord sur le point suivant : les chutes appartiennent-elles à l'Etat ou aux propriétaires des terrains sur lesquelles elles se trouvent (1) ?

(Journal de l'Electrolyse).

La houille blanche en Espagne.

Les applications de la houille blanche à l'industrie se développent rapidement en Espagne.

Une industrie assez prospère dans ce pays, la fabrication du carbure de calcium, est particulièrement active en Catalogne. Les deux importantes usines de Berga et d'Esparraguera prennent plus d'extension, et l'année dernière, il en a été créé deux autres à San Quirico et à Camdemolas.

Enfin, l'utilisation de la houille blanche, appelée à donner la vie aux régions montagneuses de la Catalogne, paraît devoir passer du domaine de la théorie dans celui de la vie pratique.

On travaille activement à transporter à Vich une force de 5 000 chevaux environ. Cette installation sera terminée dans quelques mois. Il est très sérieusement question de transporter jusqu'à 150 à 200 kilomètres la force produite par les eaux de la Sègre supérieure.

C'est également à l'électricité que l'on aura recours pour la prolongation jusqu'à la frontière française, de la voie ferrée de Barcelone à Ripoll, qui serait continuée jusqu'à Puigcerda, où la jonction se ferait avec la ligne française d'intérêt local à construire par Villefranche-de-Conflans et Montlouis. (La Revue Industrielle du Centre).

Le prix de l'énergie hydraulique.

M. Hawkshaw donne dans le *Mechanical Engineer* de Londres, sur les dépenses d'installation et les prix de vente de l'énergie, des usines hydraulico-électriques, les renseignements suivants.

En France, 500 000 chevaux hydrauliques sont captés, en Amérique (d'après le Dr Bell) 1 500 000, en Norvège (d'après Unwin) 256 000 et déjà en 1890, 27 000 chevaux y étaient utilisés par des usines électriques.

La dépense d'installation par cheval électrique en France est de 110 à 750 fr suivant la hauteur de chute, le prix minimum est de 140 fr. pour une chute de 140 mètres en Savoie.

L'ancienne installation des turbines à Genève a coûté 1 500 fr. par cheval, dans la nouvelle installation le cheval revient à 475 fr. A l'usine de Vouvry (Suisse), l'installation des premiers 2 000 chevaux a coûté 800 fr. par cheval, tandis qu'ensuite, après augmentation de la puissance de l'usine, le prix du cheval a été ramené à 260 fr. A Lyon, le cheval est revenu à 2 100 fr. (maximum). A Vallorbe, pour une usine de 3 000 chevaux, la dépense n'a atteint que 100 fr. par cheval.

Le prix de l'énergie électrique varie également dans de grandes limites. A Lyon, on demande 450 fr par cheval-an, dans la plupart des distributions suisses 150 fr. par an. Dans le voisinage de la chute du Niagara, on paie 10 centimes par kw-h pour une consommation de moins de 1 000 kw-h par mois et 3,2 centimes pour une consommation mensuelle de 80 000 à 200 000 kw-h. Dans une installation américaine (Columbus Ga) les consommateurs utilisant une puissance supérieure à 1 000 chevaux, paient 75 fr. le cheval-an, et d'après le contrat le courant peut être utilisé 66 heures par semaine.

(Journal de l'Electrolyse).

(1) A ce propos, nous ferons remarquer que, comme suite à la Communication de M. LITOVICHENKO sur *Les droits de l'Etat sur les eaux*, le Congrès a émis la résolution suivante : « Le droit de l'exploitation des eaux courantes pour les besoins de l'Electrotechnique revient à l'Etat qui peut, ou les exploiter lui-même ou donner des concessions à des Sociétés ou personnes privées. Les personnes ayant obtenu une concession ont le droit d'expropriation sur les terrains nécessaires à son exploitation ».

L'Imprimeur-Gérant : P. LEGENDRE.