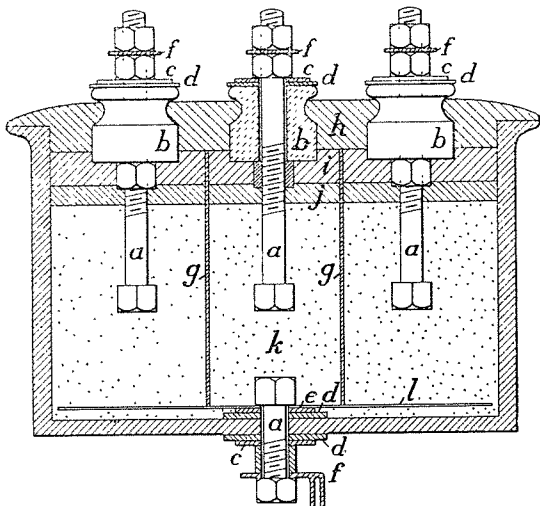


septembre, octobre du Bulletin de la Société Internationale des Electriciens. Cette étude fait ressortir l'importance que l'on doit attacher à la réalisation d'un circuit aussi

Fig. 9. — BOITE DE RÉSISTANCES POUR PARAFODRES, SYSTÈME DUSAUGEY.

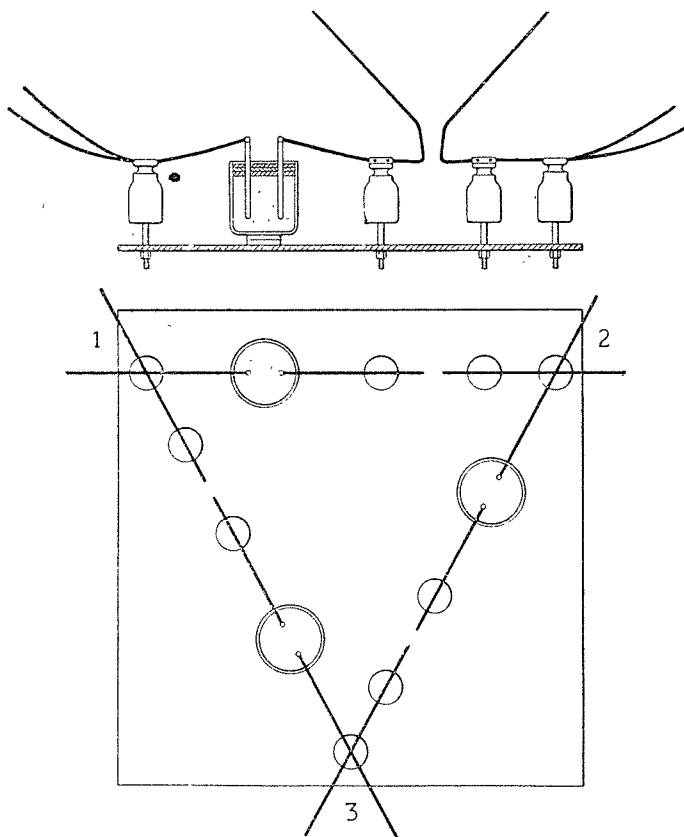
Modèle pour courants triphasés. (Echelle 1/5^e)



LÉGENDE

a — Boulons en fer étamés.	g — Plaques de micanite.
b — Poulies de porcelaine.	h — Mortier de ciment lent.
c — Rondelles de fer étamées.	i — Paraffine.
d — Rondelles de caoutchouc.	j — Cire à cacheter.
e — Rondelle de plomb.	k — Sable fin humide.
f — Brides de cuivre.	l — Plaque de tôle de fer étamée.

Fig. 10. — POSTE DE PARAFODRES ENTRE CONDUCTEURS POUR COURANTS TRIPHASÉS.



peu inductif que possible, sur la ligne de terre, tout en étant aussi résistant que possible. L'auteur a, du reste, établi, pour répondre à ce desideratum, des résistances très ingé-

nieuses. Celles-ci sont formées de sable humide, dans des récipients en grès, complètement clos. Ci-joint le plan à l'échelle (coupe verticale) (fig. n° 9), d'une de ces boîtes pour un poste triphasé. Ces résistances, d'environ 20.000 ohms, ont donné, sur le réseau de Grenoble-Voirion, les meilleurs résultats.

Nous donnons encore le schéma d'un système de *parafoudres entre conducteurs* (fig. n° 10), permettant aux conducteurs de se décharger les uns sur les autres, lorsque, par suite d'une cause accidentelle quelconque, la différence de potentiel entre deux fils de ligne prend une valeur exagérée.

Nous n'avons pas eu, en décrivant ces usines, la prétention de montrer les derniers perfectionnements réalisés dans l'établissement du transport de force. Mais, si l'on veut bien remarquer que la plus grande partie de cette installation, l'usine d'Engins notamment, date de plus de cinq ans, ce qui est beaucoup, eu égard aux progrès accomplis depuis, on nous accordera que, pour l'époque où elle fut établie, car ce fut une des premières de la région, elle est remarquablement bien conçue. Elle fait donc grand honneur à la compagnie « l'Éclairage Électrique » qui l'a établie, en même temps qu'à la Société qui l'exploite et, en particulier, à son directeur, M. Dusaugéy.

P. DEJEAN,

Licencié ès-sciences,

Ancien élève de l'Institut Electrotechnique de Grenoble.

LE MOIS HYDRO-ÉLECTRIQUE

en France et à l'Étranger

INFORMATIONS DIVERSES

Instructions pour la révision des conditions de stabilité des barrages de réservoirs.

Nous avons dit dans notre numéro 8, 1902, en commentant la récente circulaire relative aux formalités nécessaires à l'autorisation des barrages, que les circulaires qui concernent l'HYDRAULIQUE AGRICOLE sont assez difficiles à trouver.

Parmi celles que cite la circulaire du 9 septembre 1902, il en est une très importante. C'est celle du 15 juin 1897, relative à la *révision des conditions de stabilité des barrages-réservoirs*.

Bien que la Direction de l'Hydraulique Agricole ait cherché à lui donner une certaine publicité, il est possible que cette circulaire soit inconnue de plusieurs de ceux qu'elle intéresse. Nous croyons donc utile de la reproduire ici. En voici le texte :

Circulaire du 15 juin 1897.

Les maçonneries des barrages de réservoirs ne doivent être exposées à aucun travail à l'extension.

Il m'a paru nécessaire de s'assurer que les barrages actuellement en service, qui relèvent du département de l'agriculture, satisfont à cette condition essentielle et, dans le cas où il n'en serait pas ainsi, de réduire, s'il y a lieu, la hauteur de la retenue qu'ils commandent, soit à titre définitif, soit à titre provisoire, en attendant l'exécution des travaux de consolidation nécessaires pour permettre le rétablissement de cette retenue.

J'ai décidé, en conséquence, qu'il serait procédé à la révision

des conditions de stabilité de ces barrages et je vous prie de faire cette revision pour les barrages existant dans votre service, en vous conformant aux instructions ci-après :

1° Il sera constitué, pour chaque barrage, un dossier distinct et séparé, qui me sera adressé directement dès qu'il sera prêt.

2° On présentera l'historique sommaire de l'ouvrage, et l'on fera connaître la nature du sol de fondation, le profil du barrage, la composition des mortiers et des maçonneries, les dispositions et les dimensions du déversoir et du canal de décharge, l'état actuel du barrage et toutes les particularités susceptibles d'appeler l'attention, telles que cassures, infiltrations à travers les maçonneries, etc., etc.

3° On indiquera comment le barrage a été calculé à l'origine et les résultats obtenus.

4° On refera les calculs de résistance après avoir révisé, conformément aux indications ci-après, les données qui doivent servir de base à ces calculs.

5° On déterminera avec le plus grand soin et par les procédés qui seront jugés les plus convenables (1), le poids du mètre cube de la maçonnerie sèche.

C'est ce poids qui servira à calculer le travail des maçonneries à vide.

On le diminuera de 100 kilogrammes pour le calcul du travail de la maçonnerie en charge, afin de tenir compte de l'effet nuisible que peuvent produire les eaux qui s'infiltrent dans la maçonnerie et viennent suinter sur le parement aval.

6° On se rendra compte de l'importance des crues que l'on a à redouter, et l'on calculera la surélévation du plan d'eau normal qu'elles sont susceptibles de déterminer.

7° On se rendra également compte de l'importance des vagues qui peuvent se former à la surface du réservoir.

On admettra que ces vagues sont susceptibles de produire un effet statique équivalent à une surélévation de la retenue normale égale à la moitié de leur creux (différence de niveau entre le sommet et le fond de la vague).

8° Les calculs de résistance seront faits d'abord à vide, puis en charge pour la retenue normale et pour la surélévation maxima que pourront produire les effets réunis des crues et des vagues.

On tracera les courbes de pression correspondantes sur une épure qui sera faite à l'échelle de 0^m,01 par mètre.

9° Les pressions sur les joints horizontaux, à l'amont et à l'aval, seront déterminées, à vide et en charge, en appliquant la loi du trapèze pour la répartition de la pression totale normale à ces joints.

10° La pression *maxima maximorum* en charge sur le parement aval à l'extrémité des joints horizontaux sera calculée par la méthode de M. Bouvier (Mémoire inséré aux *Annales des ponts et chaussées* de 1875) et par la méthode de M. Maurice

(1) On pourra, par exemple, peser séparément des moellons et du mortier semblables à ceux qui ont été employés et en déduire le poids du mètre cube de la maçonnerie, en adoptant, à défaut de renseignements précis relatifs à l'espèce, une proportion de mortier de 40 pour 100.

On pourra également faire une excavation dans le massif de la digue, mesurer le massif de l'excavation, et recueillir avec soin et peser tous les produits de la démolition. C'est le mesurage du volume de l'excavation qui constitue, dans ce système, l'opération la plus délicate, et il semble que ce mesurage peut être fait avec une exactitude suffisante, en bouchant avec de l'argile plastique, les irrégularités des surfaces, de façon à constituer un vide de forme géométrique facile à évaluer, et en déterminant, d'autre part, le cube de l'argile employée.

Lévy (Communication du 5 août 1895 à l'Académie des sciences).

11° On se rendra compte du danger de glissement sur les joints horizontaux, en calculant la tangente de l'angle que la résultante des forces fait avec la verticale.

12° Ces calculs seront faits en employant les notations et les formules indiquées dans l'annexe ci-jointe, et l'on en réunira les éléments et les résultats dans des tableaux conformes à ceux qui figurent dans cette annexe.

On reportera d'ailleurs sur l'épure, en regard de chaque joint horizontal, les pressions calculées à vide et en charge pour l'amont et l'aval, afin de permettre de se rendre plus facilement compte des résultats obtenus, en les embrassant d'un seul coup d'œil.

13° Les ingénieurs auront à employer parallèlement tels autres procédés de calcul qu'ils jugeront utiles.

Leur attention est appelée sur l'intérêt que présente l'étude du glissement sur les joints obliques, d'après la méthode de calcul indiquée par M. Maurice Lévy dans sa communication du 5 août 1895 à l'Académie des sciences.

14° Dans le cas où un barrage présenterait des dispositions spéciales, par exemple s'il était renforcé de distance en distance par des contreforts, on aurait à recourir à des procédés de calcul spéciaux, appropriés à l'espèce.

15° Si l'on constate qu'un barrage peut être exposé à subir des efforts à l'extension, on déterminera la cote à laquelle le niveau normal de la retenue devra être abaissé pour supprimer ces efforts et se donner toute sécurité.

On indiquera les inconvénients que cet abaissement pourra présenter et les mesures à prendre pour parer à ces inconvénients.

Enfin, on dressera ultérieurement, s'il y a lieu, le projet des travaux de consolidation nécessaires pour permettre le rétablissement de la retenue normale.

16° Dans le cas où il serait reconnu qu'un barrage présente d'autres points faibles, on aura enfin à les signaler et à proposer les mesures que les circonstances pourront comporter.

Le président du Conseil, ministre de l'agriculture,
J. MÉLINE.

Les formules et les notations ainsi que les tableaux indiqués dans l'annexe jointe à cette circulaire feront, dans notre prochain numéro, l'objet d'un article qui les reproduira intégralement.

Et afin de mettre sous les yeux de nos lecteurs tous les éléments qui peuvent leur être utiles pour l'étude de cette importante question, nous reproduirons ensuite les mémoires de M. Bouvier et de M. Maurice Lévy que cite la circulaire.

Création d'une Association d'Etudes pour l'Aménagement du Rhône, au triple point de vue de la Navigation, de l'Irrigation et de l'Utilisation des Forces motrices du Fleuve.

Nous nous empressons de reproduire la très intéressante communication ci-après, publiée par notre confrère *La Construction Lyonnaise* (N° 1, 1^{er} janvier 1903).

Prochainement nous donnerons sous le titre : *Mémoire sur la nécessité de la création d'un canal de grande navigation dans la vallée du Rhône*, une importante étude d'économie politique par le M. le Commandant PECH, chef du Génie.

« Depuis longtemps se pose, non seulement devant les populations riveraines du Rhône, mais encore devant le pays tout entier, le problème de l'aménagement de ce grand fleuve, au triple point de vue de la navigation, de l'irrigation et de l'utilisation des forces motrices.

« Au cours du Congrès tenu à Lyon, du 31 mai au 4 juin 1899, par les Chambres de commerce, de la région du Sud-Est, cette question a fait l'objet d'importants débats, puis elle a été renvoyée, pour une

étude plus approfondie, à un Office central qui fonctionne actuellement à Lyon, sous la direction d'un ingénieur des plus compétents, M. René Tavernier.

« La même question a préoccupé les Conseils généraux de la vallée du Rhône, et, depuis le 3 février 1901, une Commission interdépartementale, composée de délégués de l'Ain, de l'Ardèche, des Bouches-du-Rhône, de la Drôme, du Gard, de la Savoie, de la Haute-Savoie, de l'Isère, de la Loire, du Rhône et de Vaucluse, approfondit les problèmes importants et multiples qui se rattachent à cette question et a abouti à cette conclusion qu'il fallait demander aux Pouvoirs publics l'étude d'un projet d'aménagement du Rhône, notamment par un canal latéral au fleuve, établi à grande section sur la rive gauche et disposé de telle façon qu'il satisfasse aux exigences d'une navigation constante, d'une irrigation suffisante et régulière et de l'emploi des forces motrices appliquées aux besoins industriels de la vallée, tant présents que futurs.

« Mais ces efforts de Corps commerciaux et électifs, quelles que soient leur compétence et leur bonne volonté, ne sauraient aboutir s'ils restent isolés, s'il ne se forme, sur ce point, un large mouvement d'opinion. Il importe qu'une agitation féconde, analogue à celle qui a donné de si pratiques résultats en faveur de la Loire navigable, se crée en vue d'obtenir des Pouvoirs publics les études techniques et les sommes nécessaires pour la réalisation de cette grande œuvre.

« Le moyen pratique de provoquer cette agitation est d'organiser une vaste Association d'études semblable aux *Vereine* allemandes, créées pour obtenir l'amélioration des fleuves, la construction des canaux, la liaison des cours d'eau ou des bassins entre eux et avec ceux des pays limitrophes, le perfectionnement du matériel et des moyens d'exploitation, ainsi que pour donner une notion toujours plus exacte de l'importance que les voies navigables présentent pour le commerce, l'industrie et l'agriculture.

« Tel est le but de l'appel que la Commission interdépartementale des Conseils généraux de la vallée du Rhône adresse à tous les intéressés.

« L'Association ne séparera pas, dans sa sollicitude, dans ses études, les intérêts de l'irrigation et ceux de la navigation, qui sont reconnus solidaires.

« Indépendante de tous les Corps commerciaux, administratifs et politiques, elle aura son autonomie et son existence propre et distincte, et réglera elle-même souverainement la marche de ses travaux et de ses études.

« Pour sa création, nous faisons appel à toutes les Associations, Corps constitués et particuliers de bonne volonté, Conseils généraux, Chambres de commerce, Municipalités, Associations syndicales et professionnelles, ingénieurs officiels ou privés, agriculteurs, industriels, commerçants, armateurs, bateliers, etc.

« Ce n'est pas empiéter sur son rôle futur que d'appeler à la composer tous ceux qui, dans notre pays, à des titres divers, s'intéressent à l'irrigation, à la navigation et à l'emploi des forces motrices.

« Aux populations en aval de Montélimar, si fortement éprouvées par les crises agricoles et séricicoles, nous rappelons que l'expérience de 1879, qui vit échouer, pour ainsi dire au port, le projet officiel des canaux d'irrigation, a démontré que les intérêts si respectables et si sacrés de l'agriculture ont tout à gagner à ne pas aller seuls à la conquête des légitimes satisfactions qui leur sont dues d'urgence.

« Aux industriels, aux commerçants, à tous ceux qui vivent et prospèrent de la navigation, nous rappelons, d'une part, qu'il importe de substituer à la lutte entre les chemins de fer et les voies navigables, une action parallèle de ces deux moyens de transport qui sont en somme des collaborateurs et des alliés naturels, et, d'autre part, que la création d'une voie d'eau *ininterrompue* et *sûre* entre Marseille, le centre de l'Europe et les pays du Nord, est le seul moyen de contrebalancer les avantages énormes que le percement du Saint-Gothard et celui si prochain du Simplon ont donnés et donneront au port de Gênes sur le port de Marseille, d'empêcher la suppression de notre marine marchande dans la Méditerranée, la disparition de notre pavillon dans les pays lointains et, par conséquent, la perte complète de l'influence française. A tous, en un mot, nous rappelons qu'il faut chercher un terrain d'entente et de conciliation entre des intérêts

également respectables et qui sont liés d'une façon si directe à la prospérité publique.

« Les adhésions à l'Association d'études sont reçues chez les membres de la Sous-Commission interdépartementale.

« Elles sont également reçues et centralisées, à Lyon au Secrétariat du Conseil général, à la Préfecture du Rhône.

« A bref délai, les adhérents seront convoqués pour l'organisation définitive et autonome.

« L'heure presse ! Il s'agit d'arriver à la prompte exécution de l'œuvre projetée, en même temps, si possible, que l'ouverture des lignes dont la construction est poussée avec une grande activité de l'autre côté des Alpes.

« Nous appelons à nous d'urgence, tous ceux qui se préoccupent de ce grand problème d'intérêt public et national : L'AMÉNAGEMENT DU RHÔNE. »

Le Président de la Commission interdépartementale de l'aménagement du Rhône,

A. GOURJU, sénateur,

Les Vice-Présidents,

A. DARBOUSSE, N. ESTIER, J. GUIE,

A. PAVIN DE LAFARGE.

Le Secrétaire rapporteur,

GUY CHAMBAUD DE LA BRUYÈRE.

Nouvelle disposition pour Usines-Barrages.

(Extrait du journal LE GÉNIE CIVIL, N° du 6 septembre 1902).

Dans un assez grand nombre de cas, les usines hydrauliques peuvent être établies immédiatement à côté d'un barrage qui crée la chute à utiliser. Elles constituent alors, elles-mêmes, une partie du barrage, et on les désigne sous le nom d'usines-barrages.

Le plus souvent, ce barrage est en même temps un déversoir de superficie par lequel s'écoule le débit non utilisé ; mais il peut aussi être constitué par une série de vannes de fond, qui sont plus ou moins relevées, suivant que le débit à écouler est plus ou moins considérable. C'est le cas, notamment, de l'usine de Chèvres, établie sur le Rhône, un peu en aval de Genève, et dont le barrage est constitué par une série de six vannes verticales, de 10 mètres d'ouverture, séparées les unes des autres par des piles qui leur servent d'appui. L'écoulement du débit du Rhône, non utilisé par les turbines, s'obtient en relevant un plus ou moins grand nombre de vannes de la hauteur voulue pour maintenir le niveau d'amont à peu près constant.

Si la puissance de l'usine ne dépasse pas celle que peuvent fournir les eaux d'étiage, il en résulte qu'en temps ordinaire, le débit inutilisé est considérable. Comme il s'écoule sous une charge relativement élevée, il est animé d'une grande vitesse qu'il serait sans doute possible d'utiliser dans certains cas. C'est à quoi a pensé M. Saugy et c'est sur cette idée qu'est basée la nouvelle disposition d'usine-barrage qu'il propose.

Si l'on observe le niveau du lit immédiatement en aval d'un barrage à vannes de fond on constate que ce niveau est très variable suivant la hauteur plus ou moins grande dont chaque vanne est levée. Si l'on ferme, notamment, l'une de ces vannes, en laissant levées les deux vannes adjacentes, on voit que devant la vanne fermée il se produit une assez forte dépression. Cela tient à ce que l'eau qui s'échappe des vannes ouvertes aspire, par suite de sa grande vitesse, l'eau qui se trouve comprise derrière la vanne fermée et maintient sur ce point une certaine dénivellation.

Il en résulte que, dans cet espace, le niveau de l'eau est plus bas que dans le canal de fuite, dont le niveau est d'ailleurs sensiblement plus élevé que celui de la rivière. Par suite, si l'on pouvait faire déboucher les tuyaux de fuite en ce point bas, on réaliserait une certaine augmentation de la hauteur de chute utilisée.

Il est difficile d'apprécier, par le calcul, la hauteur de chute qui peut ainsi être gagnée, car elle variera dans chaque cas particulier suivant les circonstances locales. Pour s'en rendre compte M. Saugy a fait, au barrage de Chèvres, une série d'expériences qui permettent, tout au moins, de fixer les idées et dont nous dirons quelques mots.

Ce barrage comporte six vannes du système Stoney, c'est-à-dire constituées par de grandes portes verticales équilibrées, et dont

L'ouverture se fait en les soulevant. Ces vannes ont 10 mètres de largeur et constituent une retenue qui est, en temps ordinaire, de 6 ou 7 mètres de hauteur.

M. Saugey ayant maintenu fermées deux vannes contiguës et ouvert les deux vannes adjacentes, a observé les niveaux de l'eau immédiatement en aval du barrage, c'est-à-dire devant les vannes ouvertes et fermées. Voici les résultats constatés avec des hauteurs d'ouverture des vannes de 4^m80, 3^m10 et 1 mètre, dans des expériences faites avec diverses hauteurs de chute.

Ouverture des vannes	Chute à l'usine	Dénivellation devant les vannes 2 et 3	Chute au barrage	Hauteur gagnée
mètres	mètres	mètres	mètres	mètres
4,80	4,20	2,00	6,30	2,10
3,10	5,35	1,10	7,05	1,70
1,00	6,00	0,80	7,40	1,40

Des photographies prises pendant ces expériences montrent le contraste qui existe entre la tranquillité de l'eau devant les vannes fermées et sa rapidité devant les vannes ouvertes.

Nous nous bornerons à cette citation des expériences de M. Saugey qui ont été nombreuses et dans lesquelles il a envisagé un très grand nombre de cas. Les chiffres de la dernière colonne du tableau montrent combien est importante la dénivellation qu'il est possible d'obtenir et, par suite, la hauteur de chute qu'il est possible de gagner.

Il est à peine besoin de faire remarquer que cette hauteur est d'autant plus grande que les courants produisant la dénivellation sont plus puissants, c'est-à-dire que les vannes laissent échapper un plus grand débit. C'est donc pendant que les eaux seront fortes, c'est-à-dire au moment où la hauteur normale de la chute est réduite, qu'il sera possible d'augmenter de la quantité la plus considérable la hauteur de chute devant les vannes fermées.

On conçoit donc bien la puissance complémentaire que pourrait capter l'usine, si les tuyaux de fuite de ses turbines débouchaient dans des endroits où il existe une dépression, comme devant les vannes fermées.

Pour réaliser cette idée, M. Saugey propose, tout simplement, de mettre l'usine, au-dessus du barrage lui-même, dans lequel les chambres des turbines alterneraient avec des vannes de fond. De cette façon les tuyaux de fuite déboucheraient bien dans les endroits où les courants provenant des vannes déterminent des dénivellations, et la hauteur de chute vraiment utilisable se trouverait augmentée de presque toute la hauteur de cette dénivellation.

Les dépenses d'établissement d'une pareille usine ne seraient, sans doute, pas supérieures à celles d'une usine placée, comme cela a lieu généralement, et l'on ne voit pas, *a priori*, d'inconvénients bien sérieux à ce système. Par contre, en outre de l'avantage capital qu'il présente d'augmenter, dans certains cas, la hauteur de chute utile dans de très fortes proportions, il permet de donner plus de régularité au fonctionnement des machines. En effet, il a été constaté que, pendant que la hauteur de chute, réellement utilisée à Chèvres, variait entre 4^m20 et 6^m05, la chute observée au barrage, dans les conditions indiquées plus haut, ne variait que de 6^m30 à 7 mètres.

D'autre part, la disposition donnée aux grilles serait très favorable à leur entretien en bon état, l'appel d'eau fait par les vannes ayant pour effet d'empêcher les corps flottants de s'y fixer et de les obstruer.

Il est vrai qu'elles seront peut-être plus exposées aux chocs mais il sera facile de les protéger.

Quoi qu'il en soit, l'examen de ce système d'usine-barrage montre qu'il présente des avantages tellement importants qu'il ne semble pas que les inconvénients qui pourraient lui être reconnus puissent le faire rejeter. Il serait, en tout cas, désirable d'en voir faire une prochaine application afin de pouvoir mieux en apprécier les mérites et les défauts.

Michel BERTHIER, Ingénieur.

Nouvelle turbine de grande puissance

Nous relevons dans le BULLETIN DES USINES ÉLECTRIQUES : *Organe du Syndicat professionnel des Usines d'électricité* (décembre 1902), l'information suivante :

« La fabrication européenne vient d'obtenir en Suisse un succès que nous croyons intéressant de signaler aux adhérents du Syndicat.

« La maison Escher Wyss a, en effet, été chargée d'établir sur la rive canadienne des chutes du Niagara une fourniture pour laquelle de nombreux constructeurs américains et canadiens lui faisaient concurrence. Il s'agissait d'installer pour le début trois turbines de chacune 10.000 chevaux. C'est, croyons-nous, le modèle de turbine le plus puissant réalisé jusqu'à ce jour.

« Ce n'est d'ailleurs pas la première fois que la fabrication européenne l'emporte sur celle des Américains, puisque déjà elle a eu à fournir dernièrement 11 turbines de 5500 chevaux qui ont été installées sur la rive américaine des chutes du Niagara. Ce sont encore les mêmes ateliers qui avaient eu cette commande qui fait honneur à la précision et au fini d'exécution bien connus des constructeurs suisses. »



ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 24 novembre 1902.

Sur l'ionisation d'une flamme salée. — Note de M. Georges MOREAU.

A température constante, la conductibilité d'une flamme salée, par vaporisation d'une solution alcaline, dépend de la force électromotrice, de la distance des électrodes plongées dans la flamme et de la concentration de la solution. Si la force électromotrice seule varie, la conductibilité, d'abord proportionnelle à la force électromotrice, tend vers une limite dite de saturation.

D'après Arrhénius, la conductibilité serait due à l'ionisation des molécules salines par la chaleur. D'après Wilson, l'ionisation serait localisée avec deux électrodes.

L'auteur a fait des expériences qui lui ont permis de préciser le mécanisme de la conduction des flammes. Ses conclusions sont les suivantes : La conductibilité unipolaire d'une vapeur saline est analogue à celle d'une masse d'hydrogène qui entoure un filament de carbone incandescent ou à celle d'une masse gazeuse qui touche un métal illuminé par des radiations ultra-violettes. Dans ces deux cas, les expériences de Thomson ont établi la production de corpuscules négatifs à la surface de contact du métal et du gaz. Pour une flamme salée, il semble naturel d'admettre que ces corpuscules se forment aussi au contact d'une électrode négative incandescente. Ils seront détachés des molécules salines probablement grâce à l'énergie cinétique que celles-ci reçoivent de la surface du métal. Une charge négative activera leur séparation, une charge positive la retardera. Ces corpuscules lancés dans la flamme, ionisent la vapeur du sel à la façon des radiations uraniques.

Une des conséquences de cette interprétation a été observée par Arrhénius : la conductibilité est proportionnelle à la dissociation corpusculaire négative, c'est-à-dire à l'énergie absorbée par la couche gazeuse superficielle ; elle sera donc proportionnelle à l'intensité des radiations émises par la vapeur saline et, par suite des expériences de M. Gouy, à la racine carrée de la concentration de la solution vaporisée.

Séance du 8 décembre 1902

Sur les électrodes bipolaires à anode soluble. — Note MM. André BROCHET et C.-L. BARILLET.

Dans une note précédente (Voir comptes-rendus de l'Académie des Sciences, séance du 17 novembre 1902) les auteurs ont indiqué comment se comporte une électrode bipolaire à anode insoluble placée dans un électrolyseur à sulfate de cuivre. Ils étudient main-

tenant quelle est l'action d'une électrode bipolaire en cuivre placée dans le même appareil.

Dans un tel système, disent-ils, le poids du cuivre déposé sur l'intercathode étant sensiblement égal au poids du métal dissous à l'interanode, l'électrode bipolaire ne change pas de poids et il n'est pas possible, par pesée directe, de savoir ce qui s'est passé. MM. Brochet et Barillet ont tourné la difficulté en constituant leur bipolaire par deux lames de cuivre de 10 centimètres de côté, réunies dos à dos par des bagues de caoutchouc. La cuve employée avait 13 cm. 5 de côté. La hauteur du liquide était également de 13 cm. 5.

En supposant le flux de courant régulier, le poids du cuivre déposé sur l'intercathode aurait dû être égal à 55 o/o du poids du cuivre déposé sur la cathode. Mais les résultats obtenus, pendant une heure, avec des électrodes distantes de deux fois 3 cm., montrent qu'avec des intensités allant de 0 amp. 21 à 2 amp. 80 le rapport des poids du cuivre déposé sur l'intercathode et sur la cathode a varié de 10,1 o/o à 45,4 o/o.

Les électrodes bipolaires de cuivre, comme celles de platine, tendent donc à s'opposer au passage du courant et déforment le flux dans un électrolyseur à sulfate de cuivre.

Les auteurs, pour expliquer ce fait, sont naturellement conduits à admettre l'existence d'une résistance apparente due à un phénomène de polarisation. Cette manière de voir est, d'ailleurs, confirmée par ce fait : en examinant l'interélectrode et l'intercathode on remarque que le bord des lames n'agit pas du tout, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de dépôt sur l'intercathode et que l'interanode ne se dissout pas. On obtient ainsi une marge variable avec l'intensité du courant. Dans les conditions précédentes, avec une intensité de 0 amp. 1, cette marge est de 1 cm. environ. On est donc en droit d'admettre qu'il y a là une force contre-électromotrice de polarisation.

De l'ensemble de leurs recherches sur les électrodes bipolaires les auteurs ont tiré les conclusions suivantes :

1° Les électrodes bipolaires à anode soluble, à la question d'intensité près, déforment le flux de courant de la même façon que celles à anode insoluble, en vertu de phénomènes importants de polarisation.

2° La bonne utilisation des électrodes bipolaires exige que celles-ci forment cloison étanche, les espaces réservés à la circulation du liquide devant être aussi restreints que possible pour éviter les pertes par dérivation, considérables même avec les anodes solubles.

3° Si l'appareil nécessite une agitation énergique que l'on ne peut obtenir qu'en faisant circuler l'électrolyte transversalement entre les électrodes dans tous les compartiments à la fois, les électrodes devront être enchâssées dans des cadres de grandes dimensions pour que leur utilisation soit rationnelle.

4° Dans un électrolyseur on pourra employer des pièces métalliques ne communiquant pas avec les électrodes, non seulement si le métal agit comme anode insoluble, mais également s'il s'agit comme anode soluble. Aucune règle précise ne peut être donnée à ce sujet ; l'essai seul fixera.

Séance du 15 décembre 1902

Procédé de séparation électrique de la partie métallique d'un minerai de sa gangue. — Note de M. D. NEGREANO.

« I. — L'expérience suivante m'a conduit à l'étude d'un procédé de séparation de la partie métallique d'un minerai de sa gangue.

« On coupe, dans une plaque métallique, un disque central et l'on réunit, à l'aide de fils métalliques, la plaque et le disque aux deux pôles d'une machine de Whimshurst. Si l'on projette ensuite sur le système, à l'aide d'un soufflet, un mélange pulvérulent de soufre et de minium, de façon que le mélange traverse avec frottement les trous très fins d'un disque en bois, on constate que, si le soufre, par exemple, se dépose sur la plaque métallique, le minium sera déposé sur le disque central. Les colorations jaune du soufre et rouge du minium permettent d'observer facilement cette séparation.

« La cause de cette séparation est l'électrisation différente du sou-

fre et du minium et le dépôt de ces substances sur les parties métalliques électrisées en sens inverse par la machine.

« II. — Des expériences analogues ont été faites avec des minerais métallifères réduits en poudre. Je donnerai quelques exemples :

« Réduisant en poudre fine une roche siliceuse avec des imprégnations de malachite et d'oxydes de fer et de cuivre, on constate la séparation de la partie métallique de la gangue siliceuse.

« Avec une roche quartzéuse contenant de la limonite, on observe facilement d'un côté la gangue, de l'autre côté la limonite reconnaissable à sa couleur jaune brun.

« Opérant sur un minerai de lignite avec riches imprégnations de pyrite, on peut de même séparer la lignite de la partie métallique.

« III. — Ce procédé de séparation serait peut-être applicable à l'extraction de l'or de sa gangue. Je n'ai pas eu, malheureusement, à ma disposition des quantités suffisantes de sable aurifère pour essayer l'expérience ».

Sur l'origine des lapiaz et leur relation avec les abîmes et l'hydrologie souterraine des calcaires. — Note de M. E.-A. MARTEL.

Les lapiaz, rascles, karren, schratten, etc. des calcaires, que l'on rencontre aussi dans les schistes, le gypse, le grès et le granite sont généralement attribués à l'action chimique ou corrosion des pluies et neiges, chargées d'acide carbonique.

Sans nier l'importance du facteur chimique, M. Martel pense, après avoir, depuis 1882, examiné les principaux lapiaz des Alpes et de la France, qu'ils ne doivent pas leur origine entièrement à la corrosion, mais que le rôle mécanique de l'eau courante, même contemporaine, est très influent. On n'a, jusqu'ici, étudié les lapiaz (que dans les régions alpestres élevées. Mais il en existe de véritables dans les plaines, plateaux et fonds de vallées de faible altitude. Et l'auteur cite un certain nombre de lapiaz de rivières ou de fonds de vallées qui sont, de nos jours encore, activement occupés à creuser mécaniquement, dans les calcaires du crétacé inférieur, les détails de ciselure des karren alpestres, avec des gouffres plus ou moins remplis d'eau, atteignant jusqu'à 30 et 40 mètres de profondeur. On ne peut donc pas soutenir, dit-il, que la force vive et le frottement des eaux courantes et des matériaux qu'elles entraînent soient moins destructifs que l'usure lente, produite par la morsure des pluies et des ruissellements acidulés.

Les mouvements tectoniques tertiaires et même pléistocènes qui ont provoqué la surrection des Alpes et les plissements, ainsi que le charriage des préalpes calcaires, permettent de comprendre comment ces tronçons de thalwegs se trouvent maintenant suspendus sur leur socle à plusieurs centaines de mètres en l'air, tandis que leurs portions disparues ont été détruites par les effets de dislocations ou par des dénudations postérieures.

Au surplus, M. Martel a, sans exception aucune, trouvé parmi un grand nombre de lapiaz qu'il indique dans les Basses-Pyrénées, le Lot, la Drôme, aux Baléares, en Bavière, en Irlande, etc., ces puits naturels et points d'absorption des eaux superficielles qui ont progressivement, et dans toutes les formations calcaires, substitué une circulation souterraine au primitif ruissellement extérieur, et créé les résurgences, dites à tort « fontaines vauchusiennes ».

Cette relation absolue et générale entre les abîmes ou points d'absorption du calcaire et les lapiaz est donc une véritable loi géologique et hydrologique. « Elle ne semble pas encore avoir été formulée, dit M. Martel, et, en tous cas, elle justifierait, à elle seule, la nouvelle explication que je propose pour la formation originaires de tous, du moins d'une grande partie des lapiaz ou karren, tant de rivières que de sommets ; sous cette réserve, d'ailleurs, qu'actuellement, ce n'est plus guère que l'action chimique des eaux météoriques (neiges et pluies acidulées), qui trouve à s'exercer, avec un faciès différent et sur une échelle bien plus faible, parmi les lapiaz de sommets ».

Séance du 29 décembre 1902.

Etude de la magnétrofriction du faisceau anodique. — Note de M. H. PELLAT.

Dans des notes antérieures (Tubes de forces d'un champ magnétique rendus visibles par les rayons cathodiques. — Des forces qui agissent sur le flux cathodique placé dans un champ magnétique. — Action d'un champ magnétique intense sur le flux anodique), M. Pellat a signalé à l'Académie une série de phénomènes qui se produisent quand on fait agir un champ magnétique intense sur le flux cathodique ou sur le flux anodique des tubes à gaz raréfiés et qui sont inexplicables par les lois de l'électromagnétisme. Ils s'expliquent parfaitement par un frottement anisotrope que subiraient les particules en mouvement, très grand dans le sens perpendiculaire aux lignes de forces du champ magnétique, et beaucoup plus faible ou nul dans le sens des lignes de forces. Pour rappeler cette propriété, l'auteur propose de donner à ces phénomènes le nom général de *magnétrofriction* du faisceau cathodique ou anodique.

L'objet de sa note est de résumer l'étude qu'il a faite de la manière dont varie la magnétrofriction d'un faisceau anodique suivant la pression et la nature du gaz.

Cette étude montre qu'à mesure que la pression diminue, l'intensité du champ, à partir de laquelle la diffusion du faisceau anodique commence à apparaître, diminue aussi. Mais il y a une énorme différence entre les nombres correspondant à une même pression pour l'hydrogène et pour l'oxygène. Avec une pression de 1 mm^3 de mercure et un champ de 7000 C.G.S. pour l'hydrogène, la diffusion du faisceau anodique est complète, tandis que pour l'oxygène le faisceau est resserré en un mince filet sans diffusion appréciable. L'oxygène subit donc beaucoup plus difficilement les effets de la magnétrofriction que l'hydrogène.

De plus, une expérience faite sur un mélange à volumes grossièrement égaux d'oxygène et d'hydrogène, a montré qu'au point de vue de la magnétrofriction, un mélange se comportait comme un gaz unique jouissant de propriétés intermédiaires entre celles des composants.

Sur l'émanation du phosphore. — Note de M. Eugène BLOCH.

On sait depuis fort longtemps que l'air placé au voisinage d'un bâton de phosphore devient conducteur de l'électricité. Mais les recherches des physiciens qui ont étudié ce phénomène ont jusqu'ici laissé sans réponse toutes les questions que l'on peut se poser sur la nature de la conductibilité.

L'auteur s'est efforcé d'abord d'obtenir des phénomènes réguliers et, par suite, de rendre les mesures possibles. Il fait alors connaître les premiers résultats des recherches qu'il poursuit sur ce sujet et desquelles il résulte que la conductibilité de l'air sec ayant passé sur le phosphore est due à des ions de très faible mobilité qui servent de noyau de condensation à la vapeur d'eau même non saturante. Il faut dit-il réserver pour l'instant la question de savoir par quel mécanisme chimique ces ions sont produits et si leur formation est liée à celle d'un composé défini, tel que l'ozone ou un oxyde de phosphore, ou bien s'il s'agit d'une simple modification de l'oxygène.

Sur l'effet Hall et les mobilités des ions d'une vapeur salée. — Note de M. Georges MOREAU.

Ayant, dans une note précédente, indiqué le mécanisme de l'ionisation d'une flamme, chargée d'un sel alcalin par vaporisation d'une solution de concentration connue, l'auteur s'est proposé de déterminer les mobilités des ions produits.

Les méthodes qu'il a appliquées lui ont fourni : une interprétation cinématique de l'effet Hall que l'expérience vérifie ; la confirmation de ce fait que l'ion négatif ne dépend que du métal de la vapeur et paraît constitué d'un noyau provenant de la dislocation de l'atome métallique qui groupe autour de lui d'autres atomes non ionisés, en nombre croissant avec la concentration ; l'ion positif sera le reste de l'atome avec des molécules du milieu enflammé.

Ainsi s'explique, ajoute M. Moreau, l'influence prépondérante du métal qu'Arrhénius a observée dans la conductibilité des vapeurs salines.

Sur un nouvel accumulateur électrique. — Note de M. D. TOMMASI.

« Les plaques de cet accumulateur se composent d'un cadre en plomb contenant un très grand nombre de lamelles également en plomb, très rapprochées les unes des autres, destinées à retenir la matière active et à y mener le courant dans ses différents points.

« Ces lamelles, par groupe de sept, sont disposées alternativement suivant deux directions rectangulaires ; les unes sont verticales, les autres horizontales.

« Par ces dispositions, la dilatation de la plaque se fait à la fois dans les deux sens et, par suite, elle est beaucoup moins sensible.

« Chaque plaque renferme 81 cases de 15 mm^2 contenant, ainsi qu'il a été dit 7 lamelles. Au centre de chaque case, la lamelle correspondante porte une petite bague de plomb destinée à permettre le passage de l'électrolyte et sa diffusion dans la matière active. La plaque est munie sur ses deux faces d'une lame diagonale en plomb, permettant au courant de se rendre directement dans tous les points de la plaque, assurant ainsi une répartition uniforme du courant.

« La matière active est introduite dans tous les espaces vides que présente la plaque et est retenue par les différentes lamelles qui traversent ces espaces vides. La matière active qui obstrue les petites bagues placées au milieu de chaque case est ensuite enlevée de façon que l'électrolyte puisse venir facilement en contact avec tous les points de la matière active. Cette disposition évite ainsi la formation de courants de concentration, par suite de la diffusion parfaite de l'électrolyte dans les différentes parties de la masse active.

« Les constantes de cet accumulateur peuvent se résumer ainsi :

Nombre de plaques	5
» de positives	2
Longueur des plaques en millimètres	140
Largeur » »	140
Epaisseur » »	3
Poids total en grammes	2000
» de deux positives et de deux négatives	1600
Durée de la décharge en heures	5
Différence de potentiel moyenne utile en volts	1,9
Débit en ampères	6
» » par kilog. de plaques utiles (2 pos. et 2 nég.)	3,8
Capacité en ampères-heure	2,8
» » par kilogramme de plaques	17,75
Puissance en watts	11,4
» » par kilogramme de plaques	7,1
Energie en watts-heure	54,15
» » par kilogramme de plaques	33,7

« Au régime d'un ampère par kilogramme de plaques, on arrive couramment à une capacité de 34 à 38 ampères-heure, soit 22 à 24 ampères-heure utilisables, toujours par kilogramme de plaques. »

N.-B. — Parmi les questions susceptibles d'intéresser nos lecteurs nous signalons dans ce même fascicule (N° 26, 1902) des *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences* une remarquable communication de MM. E. Haug, M. Lugon et P. Corbin, présentée par M. Michel Lévy, sur la découverte d'un nouveau massif granitique dans la vallée de l'Arve, entre Servoz et les Houches.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Compteur pour la mesure exacte de l'énergie dans les installations triphasées asymétriquement chargées.

M. RICCARDO ARNO décrit une nouvelle méthode de mesure de l'énergie dans un système triphasé asymétriquement chargé. Dans un tel système, la mesure de l'énergie se fait en employant la méthode des deux compteurs qui consiste à insérer dans deux des conducteurs (1 et 2 par exemple), les deux bobines de fils ampermétriques des deux appareils, et respectivement entre le conducteur 1 et le conducteur 3, et entre les conducteurs 2 et 3, les bobines de fil voltmétriques desdits appareils.

Dans la pratique il y a toujours un certain retard de phase α des courants voltmétriques par rapport aux différences de potentiel entre les conducteurs 1 et 3 et 2 et 3. L'auteur, au lieu de ces différences de potentiel, en utilise deux autres qui sont respectivement en avance de phase de $30^\circ + \alpha$ par rapport au courant dans le conducteur 1 et en retard de phase de $30^\circ - \alpha$ par rapport au courant dans le conducteur 2.

Il obtient ces deux différences de potentiel en insérant dans le système un groupement convenable à trois branches, A. B. C., constitué par une petite bobine à réaction ordinaire pour systèmes triphasés et en intercalant la première bobine voltmétrique, non plus entre les conducteurs 1 et 3, mais entre un point convenablement choisi sur la branche A et le conducteur 3, puis la seconde bobine voltmétrique, non plus entre les conducteurs 2 et 3, mais entre un point convenablement choisi de la branche C et le conducteur 2. L'auteur appelle alors *compteur I* celui dont la bobine ampèremétrique est parcourue par le courant du conducteur 1 et *compteur II*, celui dont la bobine est parcourue par le courant du conducteur 2 qui est en avance de phase par rapport à celui du conducteur 1. Il indique ensuite la façon de procéder pour régler ces deux compteurs d'une manière pratique et simple.

Ces considérations relatives aux compteurs électrodynamométriques s'appliquent encore aux compteurs à induction à champ tournant sur des installations triphasées, asymétriquement chargées par des appareils inductifs. Et, dans ce cas, le procédé a une importance pratique encore plus grande, car c'est précisément le compteur à induction qui se prête le mieux à la mesure de l'énergie dans les installations triphasées.

Dans ce cas, le retard de phase des courants voltmétriques, par rapport aux différences de potentiel entre les conducteurs 1-3 et 2-3 est égal à 90° , moins un angle α déterminé. M. Riccardo Arno, comme dans le cas précédent, utilise deux autres différences de potentiel qui se trouvent respectivement en avance de phase de $30^\circ - \alpha$ par rapport au courant dans le conducteur 1 et en retard de phase de $30^\circ + \alpha$ par rapport au courant du conducteur 2. Pour créer ces différences de potentiel, il insère dans le système un groupement spécial à trois branches A. B. C. et il intercale la première bobine voltmétrique entre le conducteur 1 et un point convenablement choisi sur la branche C et la seconde bobine entre le conducteur 3 et un point convenable sur la branche B.

L'auteur décrit ensuite le procédé qu'il a imaginé pour régler les compteurs et les avantages qu'il présente. Nous renvoyons le lecteur à cette partie particulièrement intéressante du mémoire. Celui-ci se termine par un tableau où sont indiqués les résultats des essais faits par l'auteur dans son laboratoire de Milan, sur les deux compteurs. Ce tableau montre que, dans tous les cas, soit avec charge non inductive, soit avec charge inductive, l'erreur maximum est inférieure à 1 % et que, par conséquent, elle représente exclusivement l'erreur de lecture.

Perméamètre Universel.

M. Picou communique à la Société le résultat des recherches qu'il a faites pour faciliter la connaissance des propriétés du fer et présente son *perméamètre*, dit *universel*, parce que, le premier de son espèce, il se prête avec une égale facilité à la mesure des tôles, des barettes et des fils bien dressés.

M. Armagnat dans la séance précédente (Voir *La Houille Blanche*, No 8, 1902), a montré les difficultés auxquelles donnent lieu le *joint* plus ou moins parfait entre la pièce d'épreuve et les culasses magnétiques des appareils et qui peut introduire dans les mesures une erreur de 20 %. Lorsqu'il s'agit de la mesure des tôles, le dressage des joints n'est plus possible et jusqu'ici aucun perméamètre n'a été approprié à ces mesures.

Il s'agissait donc de réaliser un appareil se rapprochant des perméamètres antérieurs par l'emploi d'échantillons droits, de préparation facile, mais en même temps qui fut affranchi des causes d'erreurs des joints. L'appareil imaginé par M. Picou est composé de deux culasses en fer à cheval qui enserrant entre elles l'échantillon pouvant être une barette ou un empilage de tôles. Chacune des culasses porte une bobine magnétisante; l'échantillon en porte

une autre. Les circuits de ces bobines peuvent être combinés de différentes manières.

En admettant que l'on envoie le courant dans les bobines des culasses seulement, mais dans un sens tel que le flux créé dans l'une soit concourant avec celui de l'autre, rien ne se passera dans la barette en essai dont les deux bouts sont au même potentiel magnétique. Mais le flux traversera *tous les joints*, et, transversalement, les bouts de l'échantillon. Il n'est pas nécessaire d'intercaler un ampèremètre dans le circuit des culasses pour connaître la dépense de force magnétomotrice, c'est le flux créé que l'on doit repérer et mesurer. On verra plus loin quel moyen est employé à cet effet.

Si maintenant on inverse le courant magnétisant dans la bobine d'une culasse seulement, les flux créés par les bobines des deux culasses sont alors opposés et se ferment entièrement par l'échantillon. Le flux s'est ainsi affaibli par l'introduction dans le circuit de la réluctance de l'échantillon; pour le ramener à sa valeur primitive il suffit de lancer un courant de sens convenable dans la bobine entourant l'échantillon. La mesure de ce courant, par un ampèremètre, fait connaître la force magnétomotrice correspondante. Or, c'est précisément celle qui correspond à l'aimantation de l'échantillon seul, abstraction faite de tout joint et des culasses.

La mesure du flux se fait au moyen de la méthode balistique et les difficultés pratiques qu'entraîne ordinairement cette méthode ont été surmontées grâce à un artifice imaginé par M. Armagnat.

Chacune des branches du circuit magnétique possède un bobinage secondaire destiné aux mesures balistiques. La première opération consiste à *repérer* le flux dans les culasses par des forces magnétomotrices concourantes. Ce flux est alors opposé à celui d'un transformateur dont le coefficient de transformation peut varier par un réglage à la main. La mesure est ainsi ramenée à une méthode de zéro; un commutateur tournant permet d'obtenir aisément le réglage. Une fois qu'il est obtenu, le transformateur se trouve avoir *repéré* la valeur du flux à reproduire. On peut alors faire l'inversion du courant magnétisant dans l'une des culasses; le flux est affaibli; on le ramène à sa valeur antérieure par l'envoi d'une force magnétisante dans la bobine de l'échantillon. On lit la valeur de cette force.

Un commutateur spécial, relié au balistique, coupe de son circuit les bobines secondaires des culasses et y substitue celle de l'échantillon. Un seul mouvement du commutateur tournant donne alors la décharge, et l'impulsion balistique donne la mesure du flux.

Les résultats obtenus au moyen de cet appareil ont donné toute satisfaction.

Sur les aciers doux employés dans la construction des machines électriques.

M. Georges CHARPY résume les moyens d'investigation qu'a le métallurgiste pour progresser dans l'étude des propriétés électriques et magnétiques des aciers. En métallurgie, beaucoup de problèmes se ramènent à chercher les relations qui existent entre les qualités définissant l'état d'un métal et sur lesquelles on peut agir et certaines propriétés qui sont: la résistivité, la perméabilité magnétique, le coefficient d'hystérésis. Ces études constituent maintenant un embryon de science que l'on appelle la *métallographie*.

Pour définir l'état d'un métal — les métaux industriels n'étant jamais purs — il faut non seulement connaître la nature et la quantité des éléments qui le constituent, mais encore connaître les combinaisons chimiques formées par ces éléments et leur groupement géométrique. A cet effet, le moyen d'investigation le plus commode est l'étude microscopique.

On constatera que :

1° Des métaux de compositions élémentaires identiques, telles la fonte blanche et la fonte grise, peuvent contenir des groupements chimiques très différents;

2° Des éléments miscibles en toutes proportions peuvent se combiner différemment, suivant que l'un ou l'autre domine comme cela a lieu dans les alliages de fer et d'antimoine, dont les plus riches en fer sont des alliages de fer et d'antimoine de fer et, au contraire, les plus riches en antimoine des alliages d'antimoine et d'antimoine de fer;

3° Le traitement thermique peut modifier notablement la répartition chimique et géométrique des constituants. Ainsi les phénomènes de trempe détruisent souvent les cristallisations;

4° Enfin les différentes déformations mécaniques produisent des déformations des constituants élémentaires.

Si l'on considère plus spécialement l'acier pur, formé à peu près exclusivement de fer et de carbone, recuit à haute température et refroidi lentement, on voit qu'il se compose de grains de ferrite entourés de *perlite* contenant tout le carbone et constituant à peu près seule le métal à 0,9 % de carbone. Cette structure sera modifiée par les causes suivantes :

a) Introduction dans l'acier de substances autres que le fer et le carbone. Dans ce cas, ou bien ces substances se mélangeront intimement au fer, tels le nickel, le silicium, l'aluminium; ou bien ils formeront, soit avec le fer, comme le soufre, soit avec le carbone, comme le chrome, des composés qui se localiseront entre les grains.

b) Les traitements calorifiques appliqués aux aciers doux qui consistent généralement en des recuits plus ou moins prolongés à des températures plus ou moins élevées, suivis d'un refroidissement plus ou moins rapide, modifient beaucoup, suivant les circonstances, le développement des grains de fer.

c) La déformation permanente du métal, celle en particulier que l'on a le plus souvent à considérer, le laminage, produit un allongement des grains dans le sens de l'étirage.

L'auteur examine ensuite au point de vue des propriétés électriques et magnétiques, les conséquences des considérations précédentes. « La conductibilité électrique d'un métal, dit-il, paraît être une propriété additive, c'est-à-dire que chaque constituant intervient avec sa résistance propre et que la conductibilité totale est la somme des conductibilités partielles ». Ainsi, dans le cas de l'acier au carbone, la résistivité est proportionnelle à la teneur en carbone. Il en est de même pour les autres corps que le carbone qui ne se mélangent pas au fer. Quant aux corps qui se dissolvent leur action est extrêmement intense.

La plus grande augmentation de résistance est obtenue avec les éléments à faible poids atomique, le silicium et l'aluminium par exemple.

La trempe détermine une augmentation de résistance.

En ce qui concerne les propriétés magnétiques, on peut admettre comme approximation que les grains de ferrite beaucoup plus perméables que la *perlite* qui les entoure, se comportent à peu près comme des aimants isolés dans un milieu magnétique.

La plupart des corps qui se dissolvent dans le fer (nickel, manganèse) semblent diminuer la perméabilité, tandis que d'autres (le silicium et l'aluminium) paraissent, au contraire, l'augmenter.

Pour ce qui est de la perte par hystérésis, il est naturel d'admettre l'hypothèse d'Ewing qui ne répond sans doute pas à la réalité, mais qui a l'avantage d'interpréter assez fidèlement les faits et notamment l'influence qu'ont, sur le coefficient d'hystérésis, la trempe, l'écroutissage et le recuit. Cette hypothèse consiste, on le sait, à considérer les corps magnétiques comme formés d'une infinité de petits aimants moléculaires et à attribuer aux réactions mutuelles de ces petits aimants, la perte d'énergie par hystérésis.

M. Charpy, après avoir montré l'adaptation de cette hypothèse et les interprétations qu'elle fournit, ajoute que rien, cependant, ne peut donner l'explication d'un phénomène de la plus haute importance au point de vue pratique : le vieillissement que présentent certains aciers doux au point de vue de la perte par hystérésis. L'auteur expose alors le résultat des recherches très intéressantes qu'il a faites à ce sujet. Les essais qui ont été faits comparativement sur divers échantillons de tôles chauffés entre 100° et 200° et placés exactement dans les mêmes conditions, montrent que les uns vieillissent rapidement, alors que d'autres ne se modifient pas d'une façon appréciable, sans, d'ailleurs, qu'aucun caractère distingue nettement ces deux catégories. Les échantillons qui ont vieilli étaient de l'acier Bessmer; les autres de l'acier Martin.

« En résumé, dit M. Charpy, pour les tôles d'acier doux ordinaire, il semble que les conditions à rechercher soient surtout une grande pureté et beaucoup de régularité et de précision dans le recuit. Les meilleurs résultats que l'on puisse obtenir avec ces métaux semblent souvent réalisés actuellement; on ne peut viser

qu'un peu plus de régularité, et il semble même que, lorsqu'on atteint des coefficients exceptionnellement bas, le phénomène du vieillissement apparaît et crée une nouvelle et très sérieuse difficulté. Mais il y a lieu d'espérer beaucoup des aciers spéciaux qui ont à peine été étudiés et fournissent déjà des résultats comparables ».

BIBLIOGRAPHIE

Tout ouvrage dont deux exemplaires seront envoyés à la Rédaction seront analysés dans *La Houille Blanche*.

Bibliothèque de l'Elève-Ingénieur. — 1^{er} volume: *L'évaluation numérique des grandeurs géométriques*, par J. Pionchon. — Gratier et Rey, éditeurs. 1 vol. in-8° de 128 pages : 3 fr. 50.

La série de volumes annoncée sous le titre général de *Bibliothèque de l'Elève-Ingénieur* et dont nous avons fait connaître à nos lecteurs le programme dans un précédent numéro (Septembre 1902, p. 131) vient d'être inaugurée par la publication d'un petit traité sur *L'évaluation numérique des grandeurs géométriques* formant le tome IV de la première section (mathématiques).

Cet ouvrage dû à la plume de M. Pionchon, professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble et directeur de l'Institut électrotechnique, se présente très élégamment sous une forme analogue à celle du cours d'électricité industrielle du même auteur en voie de publication à la même librairie. Il est écrit aussi dans le même style et dans le même esprit. D'une façon simple, claire et en même temps précise et rigoureuse, l'auteur fait des principes de l'évaluation numérique des grandeurs géométriques un exposé systématique, suivant un plan uniforme dont les traits essentiels se retrouveront dans les autres opuscules de la même collection qui traiteront de la désignation numérique, des diverses grandeurs mécaniques et physiques. Cet ouvrage répondait à un véritable besoin, car il comble une lacune. En effet, les traités de géométrie, même les plus étendus, n'offrent à leurs lecteurs que des données éparses et généralement insuffisantes sur les sujets importants que M. Pionchon a très heureusement constitués en corps de doctrine dans l'ordre indiqué par la table suivante :

Chapitre I. *Evaluation numérique des longueurs :*

- § 1. Segments rectilignes. — § 2. Désignation numérique des longueurs. — § 3. Valeur numérique d'un segment rectiligne. — § 4. Longueur d'une ligne polygonale. — § 5. Longueur d'une portion de ligne quelconque. — § 6. Arc de cercle.

Chapitre II. *Evaluation numérique des angles :*

- § 1. Angles plans. — § 2. Désignation numérique des angles plans. — § 3. Valeur numérique d'un angle plan. — § 4. Angles dièdres.

Chapitre III. *Evaluation numérique des courbures :*

- § 1. Circonférences. — § 2. Courbes planes quelconques. — § 3. Courbes gauches. — § 4. Surfaces.

Chapitre IV. *Evaluation numérique des aires :*

- § 1. Surfaces homogènes. — § 2. Surfaces planes — § 3. Surfaces quelconques. — § 4. Angles solides.

Chapitre V. *Evaluation numérique des volumes :*

- § 1. Solides homogènes. — § 2. Solides parallélépipédiques. — § 3. Volumes quelconques.

Chapitre VI. *Influence du choix de l'unité de longueur sur l'évaluation numérique des grandeurs géométriques :*

- § 1. Résumé du système des mesures géométriques. — § 2. Changements d'unités. — § 3. Calculs symboliques. — § 4. Homogénéité des formules géométriques.

Appendice. Note I. Théorie générale de l'étude quantitative des grandeurs géométriques.

Note II. Théorie générale de la désignation numérique des grandeurs géométriques.

L'Année Technique (1901-1902), par A.-Da CUNHA, ingénieur des Arts et Manufactures. Vol. grand-in 8° de 275 pages avec nombreuses illustrations. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris 1902.

Nous croyons que rien ne saurait mieux que la préface par laquelle M. le professeur Emile Trélat le présente au lecteur, donner une fidèle idée de ce beau volume : Voici la partie de cette préface où tout le livre est jugé et analysé :

Sous ce titre de *L'Année Technique*, dit le savant professeur, M. da Cunha rassemble dans un volume très instructif l'étude des progrès industriels et scientifiques réalisés dans l'année courante autour de l'ingénieur et de l'architecte. Comme le volume de l'an dernier, le volume de 1901-1902 ménage aux lecteurs des profits faciles à recueillir.

Au milieu des publications intéressées, revues et journaux qui s'amoncellent autour de nous et que nous consultons à peine d'un œil hâtif (peu flatteuse et peu encourageante, cette appréciation !) les études de M. da Cunha sont de précieux documents qui reposent l'esprit sur des appréciations indépendantes. On y trouvera visiblement la marque de la vue des chantiers, de la visite des usines, et des reconnaissances directes faites auprès des ingénieurs.

Les quarante sujets traités cette année dans les chapitres *tramways, cycles, travaux publics, constructions maritimes et navales, armements, navigation aérienne* réparent ainsi très efficacement, très commodément et très économiquement les lacunes laissées dans nos lectures courantes.

Les idées s'éclairent :

Pour les tramways, sur les tracés des lignes, sur les agents de propulsion, sur les modes de véhicule, sur l'entretien des voies ;

Pour les cycles, sur la multiplication et les changements de vitesse ;

Pour les automobiles, sur les moteurs calorifiques ;

Pour les travaux publics, sur les ponts à transbordeurs et les ponts à bascule des embouchures maritimes, sur les pilotages en ciment armé, sur le pavage des villes, sur le concours municipal des maisons à Paris ;

Pour les constructions maritimes et navales, sur l'éclairage des côtes, sur les sous-marins, les bateaux à turbines et les derniers grands transatlantiques ;

Pour l'armement, sur les affûts de bord et sur le nouveau fusil allemand ;

Pour la navigation aérienne, sur les ballons dirigeables et sur les appareils plus lourds que l'air.

On n'aurait rien à reprendre dans ces études aussi diverses que nourries, si l'auteur franchissant le cadre de technicité défini dans son programme, ne mentionnait les primes décernées par la municipalité parisienne parmi les nouvelles maisons de la capitale.

Le choix et les images de façades des œuvres primées, que M. da Cunha publie, ouvrent un ordre d'idées différent et soulèvent une question d'art dont on ne peut négliger de marquer le caractère.

On regrette de ne pas trouver dans *L'Année Technique* les plans des maisons modernes qui atteignent ce beau résultat (M. Trélat veut parler « des immeubles importants, dont les appartements sont pourvus jusqu'en leurs parties profondes de francs aérages et de bons éclairages. »)

Pour notre part, nous ajouterons qu'il est regrettable encore de ne pas trouver dans ce livre un chapitre consacré à l'aménagement des forces hydrauliques. Ici, cependant, il y a bien matière, pour un écrivain du talent de M. da Cunha, à de savantes études et à de belles monographies ; l'année 1901-1902 n'a-t-elle pas vu aux flancs de plusieurs vallées dans l'Auvergne, les Pyrénées et les Alpes, s'ouvrir ces chantiers aussi dignes que les autres travaux du Génie civil et de la Mécanique de fixer l'attention des techniciens ? Mais nous oublions de considérer, tant est séduisante la lecture des sujets traités, que le livre est déjà très volumineux et qu'il ne pouvait aborder à la fois toutes les questions à l'ordre du jour.

Toutefois, nous souhaitons n'avoir pas à adresser cette critique — si ce peut en être une — à *L'Année Technique* 1902-1903.

Nous ne saurions terminer cette note sans féliciter MM. Gauthier-Villars d'avoir encadré ce travail d'une édition irréprochable à tous égards.

La Revue Technique (Hygiène Générale).

La Revue Technique vient de créer une rubrique spéciale aux questions d'assainissement et de salubrité dans laquelle sont particulièrement traités les sujets suivants : Assainissement des villes (adductions et distributions d'eau — question des ordures ménagères) ; Assainissement de l'habitation ; Salubrité des ateliers ; Renseignements relatifs aux industries classées, etc. Ses deux premiers numéros de l'année 1903 (24^e année) inaugurent cet important chapitre, ajouté à son texte habituel, par des études remarquablement bien documentées et du plus haut intérêt pour tous ceux que préoccupe le progrès de la science sanitaire.

L'hygiène a cessé d'appartenir au domaine médical ; elle s'est industrialisée ; l'ingénieur a trouvé les moyens de mettre en pratique les règles générales posées par le médecin et réalisé des appareils capables de leur donner satisfaction. Une revue comme celle-ci ne pouvait se désintéresser de ces questions.

Nous adressons à notre grand confrère parisien nos plus sincères félicitations pour cette heureuse initiative qui, nous en sommes convaincus, sera très appréciée non seulement du monde industriel mais encore du grand public.

∴

LIVRES NOUVEAUX EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Abaques pour le calcul des nivellements barométriques, par E. Prévot, cond. des ponts et chaussées, faisant fonctions d'ingénieur du service du nivellement général de la France, 1 planche avec texte explicatif, 0.75.

Tableaux des poussées de terre, par Max Mœller. Grand in-8° avec tabl. et fig. (Allemand), 9.75.

Traité de physique, 2^e vol. *Magnétisme. Electricité. Chaleur*, par Eduard Riecke, 2^e édition. Grand in-8° avec fig. (Allemand), 19.50.

Carnet de l'Ingénieur. Carnet Lacroix 1903. In-16 avec fig. et planches, cartonné, 4.50.

Agenda Oppermann pour 1903, 3 fr.

Agenda Dunod 1903 : Electricité, par J.-A. Montpellier. — *Usines et manufactures*, par P. Razous. — *Mécanique*, par G. Richard. — *Chimie*, par E. Javet. — *Construction*, par A. Debaube et E. Aucamus. — *Chemins de fer*, par P. Blanc. *Mines et Métallurgie*, par D. Levat. Sept volumes. Reliure en peau souple. Chaque volume, 2.50.

Dictionnaire d'électricité en trois langues : anglais-allemand-français, par Paul Blaschke. Avec une préface de E. Niethammer. 3^e partie (fin). In-8° (Allemand), 7 fr.

Electricité industrielle. Cours professé à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, par M. D. Monnier. 2^e édition. In-8° avec figures, 25 fr.

Pratique électrotechnique à l'usage des ingénieurs et élèves, par F. Niethammer. Grand in-8° avec fig. (Allemand), 13.75.

Moteurs électriques pour courant continu, par M. le prof. J. Rössler. 2^e édition. In-8° avec fig. (Allemand), 5.50.

Les courants alternatifs et les dynamos à courants alternatifs, par Wilh. Biscan. Grand in-8° avec fig. (Allemand), 4.25.

Guide pour la construction des dynamos et pour le calcul des lignes électriques, par le D^r Max Corsepuis. 3^e édition. Grand in-8° avec fig. et tableaux (Allemand), 7 fr.

Construction et exploitation des chemins de fer électriques, par Max Schirmann. 2^e et 3^e édition. Grand in-8° avec fig. et index par noms et matières (Allemand), 19.50.

Traité de sidérurgie, par A. Ledebur. 4^e édition, 2^e partie. Grand in-8° avec fig. 18 fr.

Annuaire de l'Electrochimie, fondé et publié jusqu'en 1901 par les D^{rs} W. Nernst et W. Bochers. *Rapports sur les progrès de l'année 1901*, par D^r Heinr. Danneel. 8^e année. Grand in-8° avec fig. (Allemand), 33.25.

Annuaire des électriciens suisses contenant des tables statistiques sur les installations de haute tension. 13^e année, 1902. Grand in-8° (Allemand et Français), 11 fr.

L'Imprimeur-Gérant : P. LEGENDRE.