

d'un ingénieur. C'est à ce problème que s'est attaqué M. Boucher et il l'a résolu avec une simplicité et un bonheur parfaits. Nous donnons, dans la note ci-dessous, résumant la description qu'il a publiée dans le *Bulletin technique de la Suisse romande*, les détails les plus frappants de cette installation unique. (1)

C'est grâce aux progrès de l'art du *tubiste* que cette magistrale conception a pu être réalisée.

Usine de Vouvry. — Elle fournit l'énergie sous forme de courant monophasé à 6000 volts et à 50 périodes et peut alors se mettre en parallèle avec l'usine de la Grande-Eau, située à 10 kilomètres de là, en amont d'Aigle. Ces deux usines se prêtent ainsi un mutuel secours et quand le débit de l'eau baisse à celle de la Grande-Eau, celle du Lac Tanay lui transmet une aide proportionnelle.

Il semble qu'il y ait là d'utiles exemples dont pourront s'inspirer les ingénieurs dans des cas analogues.

Autres installations visitées par le Congrès. — Les congressistes ont terminé leurs promenades par la visite des usines bien connues de la Coulouvrenière et de Chêvres. Près de Chêvres, sur la rive droite du Rhône, les congressistes ont pu voir une usine d'électrochimie qui emprunte son énergie à l'usine voisine. Cette usine d'électrochimie est fermée. Son histoire nous a été contée de deux manières différentes et, ce qui semble en résulter, c'est que l'exploitant a dû cesser pour diverses causes dont l'une, et non des moindres, aurait été l'irrégularité avec laquelle l'usine de Chêvres lui donnait l'énergie.

Cette dernière, *usine communale*, satisfaisant d'abord aux besoins communaux, ne donnait à son client que son superflu, quand elle en avait.

(1) La plus haute chute d'eau du monde :

La Société des Forces motrices de la Grande-Eau utilise à Vouvry (Suisse) une chute effective de 920 mètres pour la distribution de la force motrice et de l'éclairage, par l'électricité. Cette chute alimentée par le lac Tanay qui reçoit annuellement plus de 12000000 de m^m³ d'eau, peut donner par an sur l'arbre des turbines 30000000 HP heure.

L'installation prévue pour 10000 HP et pouvant en donner actuellement 2000 est destinée à renforcer l'usine hydro-électrique construite par la même Société à 10 kilomètres de Vouvry. Les alternateurs de ces deux usines étant de même voltage et de même fréquence sont couplés en parallèle sur le même réseau.

La prise d'eau est constituée par un puits de 30 mètres de profondeur où débouche une crevasse naturelle communiquant avec le lac et donnant aux basses eaux 200 litres par seconde. L'eau est d'abord amenée par 2 tunnels, puis par un tuyau en tôle de 1200 mètres de long et de 0 m. 80 de diamètre, jusqu'à l'endroit où commence la grande descente. En ce point, où la pression ne dépasse pas 21 mètres, on a placé une soupape de retenue destinée à arrêter l'eau en cas de rupture de la canalisation à l'aval. Une colonne montante de 25 mètres de haut atténue le coup de bélier dû à la fermeture de cette soupape. La grande descente de la canalisation, qui commence alors et s'étend sur 1940 mètres en ligne à peu près droite, comprend 2 sections. La première, longue de 635 mètres est formée d'un tuyau unique de 500^m/^m de diamètre extérieur avec une épaisseur de métal croissant de 7 à 11,5 ^m/^m. Dans la seconde section, longue de 1300 mètres, la conduite principale se subdivise en deux tuyaux de 341^m/^m de diamètre extérieur. L'épaisseur du métal croît de 8 à 18^m/^m. Ces conduites sont en acier extra-doux Martin Siemens sans rivure. Les joints à emboîtements sont serrés par des boulons, ce qui a rendu inutile tout amarrage au sol de la canalisation et la pose de massifs de maçonnerie près des coudes. Du reste, la canalisation est recou-

Il y a là une leçon de choses capable de faire réfléchir les industriels — s'il y en a — qui seraient partisans de la *municipalisation* des services de production de l'énergie et aussi ceux qui, trop confiants, louent cette énergie sans vérifier, au préalable, si le producteur sera toujours à même de faire face à ses engagements.

En plus de ces installations, les membres du Congrès ont encore visité le sanatorium de Leysin et l'organisation du petit chemin de fer à crémaillère Abt qui y fait accéder.

Au sanatorium de Leysin, on saisit sur le vif ce que l'on peut appeler l'*industrialisation de l'art de guérir*. Sont-ce donc, en effet, autre chose que des usines à guérison que ces palais si plaisants et si confortables où tout est combiné, soins *perfectionnés*, site admirable, pour faire oublier ses douleurs au malade !

Le 17 septembre, les derniers congressistes se séparaient à Genève.

LE MOIS HYDRO-ÉLECTRIQUE

en France et à l'Étranger

INFORMATIONS DIVERSES

La Houille Blanche en Limousin

On est parfois tenté de croire que le Dauphiné et la Savoie sont les seules régions où l'on puisse avantageusement utiliser la Houille blanche. S'il est vrai que ces contrées sont particulièrement favorisées à ce point de vue, elles n'en ont cependant pas le monopole absolu. Les Pyrénées, l'Auvergne, le Jura et les Vosges possèdent de belles

verte d'une épaisse couche de terre destinée à la préserver des variations de température et contre la chute de rochers. Chacun des deux tuyaux de la seconde section est terminé par une vanne tiroir en acier, mobile à la main, destinée à fermer l'eau en cas de réparation à l'aval. Cette vanne est suivie d'une autre à commande hydraulique se manœuvrant à distance et depuis le tableau de distribution. Celle-ci doit se fermer rapidement en cas d'accident. Néanmoins, pour éviter un coup de bélier dangereux, cette fermeture ne s'effectue pas en moins de 5 secondes.

L'usine contient actuellement 4 turbines d'une puissance normale de 500 HP, possédant individuellement deux distributeurs de 500 HP chacun, mais dont un seul est réglable. Deux de ces turbines sont des roues Pelton en bronze. Les deux autres sont composées d'un disque massif en fonte à la périphérie duquel, à droite et à gauche, se trouvent des ailettes courbes. Chaque distributeur est alors double, donnant un jet pour les aubages de droite et un autre pour ceux de gauche. Ces turbines sont munies de remarquables régulateurs hydrauliques à servo-moteur, dont le fonctionnement est parfait. Elles entraînent chacune à la vitesse de 1000 tours par minute, un alternateur monophasé à 6000 volts ; les turbines proprement dites étant montées en porte-à-faux sur les bouts des arbres de ces alternateurs. L'excitation de ceux-ci se fait, soit par des excitatrices montées en bout d'arbre, soit par deux petites dynamos actionnées chacune à 2000 tours par minute, à l'aide d'une turbine de 25 HP possédant un seul distributeur réglable à main. Une petite batterie d'accumulateurs sert en outre de secours pour l'excitation.

Pour les 2000 premiers chevaux établis, l'installation a coûté environ 800000 francs. On estime à 300000 francs la dépense nécessaire pour doubler cette puissance. Cette usine ne fonctionne que depuis le mois d'avril 1902.

installations où la Houille blanche est largement mise à contribution. On rencontre même en Limousin une usine hydro-électrique dont les caractéristiques nous ont paru suffisamment intéressantes pour être signalées à nos lecteurs.

Cette usine située au Saillant près d'Allasac (Corrèze) emprunte sa puissance hydraulique au courant torrentueux de la Vézère.

Elle compte à l'heure actuelle quatre groupes électrogènes de 600 HP par unité et comprendra lorsqu'elle sera complètement équipée 7 groupes de même puissance, soit 4200 HP.

Les alternateurs fournissent du courant triphasé à 8000 volts qui est surélevé par des transformateurs à 20000 volts, tension adoptée pour le transport de force.

La ligne à 20000 volts, longue de 80 kilomètres, fournit, depuis 2 ans déjà, la lumière et la force motrice aux villes de Lubersac et de Limoges.

Aux portes de cette dernière, la tension est abaissée à 3200 volts pour alimenter directement l'ancien réseau primaire de l'usine à vapeur qui fonctionnait à ce voltage. Cette usine, qui comporte elle-même une puissance installée de 2400 HP, a du reste été conservée intacte, pour venir en aide à la station du Saillant en s'accouplant avec elle sur le réseau à 3200 volts ou même lui suppléer totalement en cas d'accident.

On voit l'intérêt que peut présenter une telle installation, remarquable par la longueur de la ligne de transport, par la tension du courant et surtout par la mise en parallèle d'alternateurs actionnés, les uns par la vapeur, les autres par l'eau, et qui fonctionnent à 80 kilomètres de distance.

Nous publierons prochainement de savantes études de notre collaborateur, M. Dumas, ingénieur des Ponts et Chaussées, sur *le couplage des alternateurs à distance*.

L'Enseignement Electrotechnique à Lyon

Le développement incessant des applications de l'énergie électrique amenant peu à peu la transformation d'industries très diverses, nécessité de jour en jour un personnel technique plus nombreux. C'est surtout dans les pays de montagnes, c'est-à-dire, dans les régions où par le jeu régulier des forces naturelles la provision de houille blanche se renouvelle sans cesse, qu'il est utile d'orienter l'enseignement du côté de l'électrotechnique ; là, assurément, est l'avenir industriel pour nombre de provinces françaises.

C'est en se plaçant à ce point de vue que le Conseil d'Administration de l'Ecole Centrale Lyonnaise prévoyant le bénéfice que Lyon est appelé à tirer de sa situation topographique, par rapport aux Alpes, au Massif Central et même aux Pyrénées, a décidé de compléter l'enseignement technique donné dans cette localité par la création d'une quatrième année d'études spécialement consacrée à l'Electricité industrielle ainsi qu'à la Mécanique appliquée notamment à l'Hydraulique.

Le Conseil général du Rhône a voté à l'Ecole une subvention dans le but de développer l'enseignement électrique.

Cette nouvelle année d'études est facultative pour les élèves diplômés de l'Ecole, qui, d'ailleurs y seront admis de plein droit. D'autre part toutes personnes justifiant des connaissances suffisantes pour suivre les cours avec fruit pourront profiter de cet enseignement.

L'idée maîtresse qui a présidé à l'organisation de l'enseignement est la suivante :

Etablir un cours d'Electrotechnique Générale sur lequel viendront pour ainsi dire se greffer, des conférences sur les applications industrielles.

Le Professeur de ce cours sera chargé de maintenir l'unité de vue dans l'enseignement en reliant entre elles, par des développements théoriques des branches de l'Electrotechnique, les diverses conférences sur les applications industrielles, chacune de ces applications étant traitée par un Ingénieur, qui dans l'Industrie se sera plus spécialement occupé de la question.

L'enseignement de la Mécanique et de l'Hydraulique appliquées sera fait dans un ordre d'idées analogues.

Un grand développement sera donné à la partie pratique, tant au point de vue électrique qu'au point de vue mécanique ; dessins,

projets, mesures, etc., se rapportant à chacune des deux branches d'études.

Nous ne pouvons qu'applaudir à cette extension donnée aux études de l'Ecole Centrale Lyonnaise, persuadé qu'on parviendra ainsi peu à peu à créer à Lyon un centre d'études électriques et hydrauliques. On contribuera de la sorte de plus en plus au développement industriel de la région en formant des ingénieurs capables de rendre immédiatement des services en passant du Laboratoire à l'Usine sans avoir à s'adresser aux Instituts techniques étrangers. Nous sommes heureux d'apprendre à nos lecteurs que cette transformation importante et d'ordre éminemment pratique et actuel est confiée à notre savant et très distingué collaborateur M. H. Rigollot, docteur ès-sciences, chargé du cours de physique industrielle à l'Université de Lyon, et qui vient d'être nommé directeur de l'Ecole.

Fabrication électrique de l'acier

L'*Electrotechnische Zeitschrift* signale qu'à Gysinge (Suède) on fabrique directement de l'acier coulé à l'aide d'un four électrique dépourvu d'électrodes. Après de longs essais commencés en 1899, M. Kjellin, à la fin de l'année 1900, établit un four de 58 kilowatts pouvant donner 600 à 700 kg d'acier en 24 heures ; il opérait sur 180 kg de minerai, dont le traitement ne durait que 3 à 4 heures. Les résultats obtenus depuis sont assez satisfaisants pour qu'il ait entrepris l'établissement d'un four de 300 chevaux devant traiter 1800 kg de minerai à la fois. Le métal obtenu se caractérise par sa haute densité, son degré supérieur de ténacité et d'homogénéité ; il est fort dur et ne se déforme pas à la trempe, sans doute par l'absence relative de gaz pendant sa préparation. La qualité supérieure du produit obtenu lui permet de lutter contre les produits similaires de la métallurgie, son prix demeurant d'ailleurs égal au leur. Il va sans dire que l'on peut fabriquer par ce procédé les aciers réactifs courants : aciers au chrome, au nickel, au manganèse, au tungstène ; ce dernier jouit de propriétés magnétiques spéciales.

D'autre part, dans une notice publiée à l'occasion du Congrès de la Houille Blanche, M. BERTHOLUS donne d'intéressants détails sur le système Keller pour la fabrication électrique de l'acier. D'après ce procédé qui a été appliqué à l'usine de Kérouse (Morbihan), le minerai est d'abord réduit dans un premier four, formé d'une chambre à fusion où jaillit l'arc électrique, et d'une colonne en maçonnerie réfractaire renfermant le minerai, le charbon réducteur et le fondant. Le métal brut ainsi obtenu est ensuite coulé dans un four inférieur réservé exclusivement à l'affinage et à l'épuration. M. Keller espère pouvoir couler de 15 à 20 tonnes d'acier à la fois, en employant ces dispositifs nouveaux. La tonne d'acier fabriqué par ce traitement électrique revient à environ 90 francs et nécessite 2800 kilowatts-heures effectifs, soit 3800 chevaux-heure électriques.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 4 août 1902.

Mesure de la limite élastique des métaux. — Note de M. Ch. FRÉMONT.

L'auteur dit que, lorsque l'on essaye des éprouvettes à la compression ou à la traction, il est impossible d'obtenir une direction normale au plan de la section de l'effort de compression ou de traction de la machine à essayer, l'obliquité de cette direction ayant pour effet de localiser l'effort dans une région plus ou moins grande de la section éprouvée ; il s'en suit que la charge n'est pas également répartie par unité de surface et que le diagramme donnant le taux de cette répartition est faux.

Il est parvenu à le démontrer, en donnant un très grand degré de polissage à la surface extérieure de l'éprouvette essayée ; il a pu observer qu'où la limite d'élasticité était dépassée, il se produisait un dépoli de cette surface suivant des lignes discontinues. De plus, l'auteur est arrivé à une égale répartition de la charge, soit par compression, soit par traction, en donnant aux éprouvettes essayées

par compression, la forme de troncs de cônes ; et à celles essayées par traction, la même forme, mais terminée par un cylindre dont le diamètre est celui de la section minima. Dans ces conditions, lorsque la limite d'élasticité est atteinte, le dépoli se montre sous la forme d'une nappe continue sur la surface extérieure de l'éprouvette ; cette nappe venant de la déformation irrégulière se propage dans la partie la plus faible de l'éprouvette et gagne, de proche en proche, toute la surface extérieure de la section ; l'examen au microscope de cette nappe, permet de calculer l'égalité répartition de l'effort.

Sur la caverne du Höll-Loch (trou d'Enfer) de la Schlei-chende-Brunnen (source rampante) (Suisse). — Note de M. E.-A. MARTEL.

La caverne, visitée par l'auteur, est à 16 kilomètres de Schwyz et à 75 mètres au-dessus du village de Stalden, entre les vallées de la Muota et du Starzlen-Bach. Les galeries reconnues de la caverne ont 7 kilomètres de long et sa hauteur moyenne est de 52 mètres.

Le fond de la caverne est à 500 mètres au-dessous du sol du plateau ; le cours d'eau qui circule dans le fond est dû, en partie, aux eaux de pluie et, en partie, à celles de la Muota ; le débit varie de un à plusieurs mètres cubes par seconde, la température de ces eaux était de 5°8 C.

Dans la dernière galerie (Crystall-Höhle), on a recueilli des cristaux de gypse, produits soit par une pseudo-morphose, soit par la dissolution d'un banc gypseux par les infiltrations, et d'une cristallisation par évaporation très lente.

Séance du 18 août 1902.

Résistance à la traction du béton armé. — Mémoire de M. CONSIDÈRE.

L'auteur rend compte des expériences faites par une commission nommée par le Ministre des Travaux publics, pour vérifier les conclusions qu'il avait formulées antérieurement.

Les expériences à la traction étaient faites sur des prismes de 2 mètres de long et de 0 m. 10 de côté, armés près des angles, de fils de fer dont la section totale était de 113 millimètres carrés. Le béton contenait 300 kil. de ciment Portland, pour 0^m3800 de gravier passant au crible de 25 millimètres de maille et 0^m400 de sable passant au tamis de 5 millimètres de maille.

On déterminait séparément les efforts que produisaient le métal d'une part, et le béton de l'autre ; on a constaté que, sous une tension totale du prisme de 3800 kil., l'allongement a été de 1,3 millimètre par mètre de longueur ; la tension préalable produite par le retrait du béton, était de 520 kil.

Dans une autre expérience, la traction était de 1790 kil. et l'allongement de 0,29 millimètres par mètre de longueur.

Enfin, on soumettait le béton armé à des déchargements et des chargements successifs ; on constatait que le coefficient d'élasticité que possède, pour résister à la compression, le béton qui a subi de grands allongements, est diminué, mais dans une proportion considérablement moindre que le coefficient d'élasticité de tension.

La diminution a été de moitié pour un prisme soumis à des allongements quatre à six fois plus grands que ceux qui se produisent dans les constructions.

Sur les travaux de cette année à l'Observatoire du Mont-Blanc. — Mémoire de M. JANSSEN.

L'auteur indique que :

M. le Dr Hénoque doit faire des études sur les modifications que subit l'hémoglobine du sang en rapport avec les efforts musculaires et l'altitude.

M. le professeur Aubert étudie les modifications que l'altitude et la rareté de l'atmosphère apportent à la richesse des rayons violets et ultra-violetts du spectre.

M. Le Cadet, de l'Observatoire de Lyon, doit faire des études sur l'électricité atmosphérique.

M. le Dr Tissot doit étudier les modifications que l'altitude seule

ou combinée avec le travail musculaire apporte à la composition du sang et aux échanges respiratoires.

L'auteur doit étudier la construction et la disposition à donner à des thermomètres, baromètres et anémomètres, de dimensions permettant leurs lectures de Chamonix avec une lunette suffisamment puissante.

Séance du 25 août 1902

Etude théorique de la résistance à la compression du béton armé. — Mémoire de M. CONSIDÈRE.

L'auteur, rappelant les résultats des expériences dont il avait rendu compte dans la séance du 18 août, dit que l'étude des propriétés du béton non armé à la traction ne pouvait faire prévoir celles du béton armé soumis aux mêmes efforts. Il était nécessaire de vérifier si, par analogie, la résistance du béton armé à la compression donnait lieu à des effets analogues à ceux qui avaient été constatés pour la traction, et si l'on pouvait se servir de ces résultats pour la construction.

On pensait que le béton comprimé s'écrasait toujours avec un gonflement latéral ; les armatures longitudinales ne pouvaient qu'ajouter leur résistance à la sienne sans modifier celle-ci. M. Considère pensait qu'en s'appuyant sur ces considérations, l'on obtiendrait le maximum d'effet utile en frettant le béton au moyen de fils ou de barres d'acier enroulés en spires hélicoïdales, dans les membrures comprimées, à la distance de leur surface qui serait nécessaire pour les protéger de la rouille. Des expériences préliminaires lui avaient démontré que le métal employé de la sorte produisait un effet utile sensiblement double de celui que donnent les armatures transversales rectilignes ; il ne parle donc que du béton fretté.

La résistance des corps solides étant produite : 1° par la cohésion, 2° par le frottement intermoléculaire, et admettant que ce dernier frottement est soumis aux mêmes lois que le frottement à la surface des corps et que son intensité est dans le même rapport que la pression normale, il calcule la résistance que le fretage produit en augmentant le frottement ; en plus, ne tenant pas compte de l'augmentation des effets de la cohésion et de l'accroissement de la densité dus au fretage, ce supplément de résistance étant incertain et de valeur inconnue, il mesure la résistance réelle des prismes frettés ; calculant la résistance que donne le fretage par son action sur le frottement intermoléculaire, il examine comment la différence qui est attribuée à la résistance propre du béton cadre avec les résultats antérieurement connus sur celui-ci.

Tous calculs théoriques faits, l'auteur arrive à conclure ce qui suit pour un cylindre fretté sans cohésion.

Pour un raccourcissement du cylindre, de valeur donnée, le métal des frettes subit une déformation et, par suite, une fatigue qui ne sont que les $\frac{375}{1000}$ de celles qu'éprouveraient des armatures longitudinales, associées au raccourcissement du cylindre. L'effet utile du travail du métal des frettes étant multiplié par 2, 4, en raison de leur mode d'action, la résistance qu'elles donnent au cylindre est les $\frac{90}{100}$ de celle que produiraient les armatures longitudinales de même poids, subissant le même raccourcissement que le prisme fretté. Au moment où le dépassement de la limite d'élasticité dans les armatures longitudinales produirait l'écrasement du cylindre, le métal des frettes ne travaillerait qu'aux $\frac{375}{1000}$ de cette limite et, par suite, l'écrasement du béton fretté serait encore fort loin de se produire. Passant de là au béton avec ciment, l'auteur dit qu'il rendra compte prochainement de l'expérience indiquée ci-dessous.

On avait formé une balise dans le département du Finistère, celle de Gorbébian, d'un tube métallique de 19 centimètres de diamètre rempli de pâte de ciment pur. Les vagues l'avaient ployé suivant un rayon de 55 centimètres mesurés sur l'axe. On en a détaché un tronçon, dans la plus grande courbure, et l'on a constaté que le ciment, qui avait subi de si énormes déformations n'était traversé, dans la partie comprimée, que par de rares fissures et avait conservé une très grande résistance.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Nous donnerons, dans notre prochain numéro, l'analyse de l'unique bulletin récemment paru : août-septembre-octobre.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

L'utilisation des chutes d'eau dans les Alpes françaises.

M. R. Tavernier, dans un mémoire adressé à cette Société, reproduit dans le Bulletin de mai 1902, et que nous croyons de circonstance de résumer ici, passe successivement en revue les questions relatives à la statistique des forces hydrauliques dans les Alpes françaises, aux conditions techniques d'établissement des grandes usines, aux prix de revient et aux emplois principaux de l'énergie.

L'auteur explique qu'il ne suffit pas de connaître les étiages ordinaires ou exceptionnels, mais encore leur fréquence. Les industriels qui ont installé les premières grandes usines hydrauliques du Dauphiné et de la Savoie ont cherché avec raison à utiliser irrégulièrement, en sus des eaux d'étiage, une certaine proportion des eaux moyennes; mais, pour fixer dans chaque cas, au mieux des circonstances, les eaux moyennes utilisables, c'est-à-dire le débit maximum de la dérivation à créer, ils ont dû jusqu'ici « opérer au sentiment » et ce sont précisément les constatations faites par eux, depuis que fonctionnent leurs usines, qui constituent les seuls éléments précis dont on dispose aujourd'hui pour apprécier l'allure des torrents alpestres.

Si la plupart des rivières ont leurs basses eaux en été, il n'en est pas de même des cours d'eaux alimentés par la Houille blanche.

M. Tavernier pense que, peut-être, verra-t-on dans l'avenir, grâce à la liaison des réseaux de distribution, un ensemble d'usines hydrauliques établies sur des cours d'eau d'allures opposées, se compléter et corriger leurs défaillances les unes par les autres.

Les variations saisonnières, si gênantes, peuvent être atténuées par le reboisement des pentes dénudées et surtout par la régularisation des lacs et, à cet effet, l'auteur reconnaît qu'en dehors même de tout concours administratif, l'initiative privée a pu, pour certains bassins réduits, jouer un rôle extrêmement utile; il cite l'exemple du bassin de Lancey.

L'inventaire de nos forces hydrauliques est donc une opération délicate et l'on peut être conduit à des estimations fort divergentes, suivant que l'on envisage les étiages exceptionnels et de peu de durée, les basses eaux moyennes ou le maximum des eaux utilisables. M. Tavernier estime que d'après la carte provisoire dressée par l'Administration de l'Hydraulique agricole pour le département des Hautes-Alpes, la puissance hydraulique totale du département serait de 300.000 chevaux en basses eaux et de 500.000 chevaux en eaux moyennes. Il ajoute que M. l'ingénieur en chef Gotteland évalue la puissance hydraulique totale de la Savoie à 320.000 chevaux en étiage et à 650.000 chevaux en eaux moyennes, et que, d'après les renseignements recueillis par M. l'ingénieur Arnaud, la puissance totale des Alpes-Maritimes pourrait être provisoirement évaluée à 70.000 chevaux en eaux basses et 140.000 chevaux en eaux ordinaires.

M. Tavernier, parlant de la statistique des moulins et usines en France, en Suisse et en Italie, dit notamment, ceci, en ce qui concerne les Alpes françaises : « En nombre rond, 9.000 moulins d'une puissance moyenne de 12 chevaux 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 4000 chevaux 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 ».

Un chapitre du mémoire est consacré à l'examen, depuis la prise d'eau jusqu'aux turbines, des divers organes constitutifs d'une grande dérivation industrielle. La plupart des observations qu'il contient ayant été déjà exprimées dans le compte-rendu du congrès nous passons à la partie de ce chapitre où M. Tavernier examine les rendements. Il lui semble qu'en général l'on ne s'est pas préoccupé de calculs assez rigoureux pour déterminer, dans les dérivations, la limite économique entre l'accroissement des sections — et par suite des dépenses permettant de diminuer les pertes de charges et d'améliorer les rendements — d'une part, et les pertes admissibles, d'autre part.

Il croit, en outre, que les usines auraient plus d'intérêt, au double point de vue des frais de premier établissement et des rendements, à s'échelonner les unes à la suite des autres, le canal de fuite de l'une étant raccordé au canal d'amenée de la suivante; ainsi elles profiteraient au moins, en commun, de la prise et de la décantation des eaux toujours obtenues par des ouvrages coûteux.

Au chapitre suivant l'auteur examine la question des prix de revient du cheval hydraulique et électrique dans les différentes circonstances où l'on peut s'en rendre compte avec quelque approximation. D'une façon générale, dit-il, le cheval hydraulique coûtera d'autant moins à aménager et à transporter : 1° qu'il sera dû à une chute plus élevée; 2° qu'il sera produit en plus grande quantité à la fois. Et, ensuite, pour sortir des généralités, il cite les résultats auxquels est parvenu M. Dusaugy dans son étude détaillée du projet d'établissement d'une usine hydraulique de 8 à 10000 chevaux et d'une canalisation permettant le transport de l'énergie à 60 kilom. au moyen de courants triphasés à 20000 volts (1). Cette étude serait toute entière à citer, nous engageons nos lecteurs à s'y reporter. M. Tavernier attire particulièrement l'attention sur la progression suivante des prix auxquels arrive M. Dusaugy :

Cheval hydraulique continu sur l'arbre des turbines.....	20 à 30 fr. l'an.
Cheval électrique à 20000 volts, pris à l'usine....	40 à 60 fr. »
Cheval électrique transporté à 60 kilom., livré après transformation sous 225 volts.....	120 fr. »

En comparant ces chiffres aux prix de revient du cheval produit par la vapeur, on trouve que l'on peut avantageusement transporter au loin le cheval hydraulique qui ne coûte pas plus de 1.000 francs et que l'on peut avoir aussi intérêt à aménager le cheval hydraulique bien placé, même s'il coûte plus de 2.000 francs. De là, et en passant par des considérations économiques principalement, l'auteur conclut qu'il y aurait grand intérêt à régulariser par une machine à vapeur une force hydraulique intermittente.

Dans le chapitre du mémoire concernant les débouchés, l'auteur dit que le bon marché extraordinaire de la force hydro-électrique, utilisée à l'usine génératrice même, devait avoir pour effet immédiat de provoquer un essor formidable des industries électro-chimiques. Bien des espérances ont été déçues en ce qui touche cette évolution; cela n'a rien de surprenant et il n'en est pas moins vrai que ces industries sont pleines de promesses; elles ne subissent qu'un temps d'arrêt. M. Tavernier arrive à cette conclusion que l'essor des industries électro-chimiques et métallurgiques serait peut-être tout autre qu'il n'est actuellement si au lieu d'immobiliser leurs ressources dans l'aménagement des forces considérables qu'elles ont choisies, ces industries avaient pu, pendant la période des essais, s'installer n'importe où comme locataires et choisir ensuite à loisir, dans l'ensemble de notre richesse hydraulique « qu'un régime nouveau mettrait à la disposition de toutes les initiatives », le lot convenable et l'endroit propice.

L'avenir est aux installations qui ont su se créer des débouchés multiples et, à ce sujet, l'auteur cite les résultats obtenus par de nombreuses entreprises tant en France qu'en Suisse et en Italie et desquels « il semble bien résulter que l'avenir des forces hydrauliques est surtout dans les entreprises de transport et de distribution ».

Au point de vue de la tarification, l'auteur estime qu'on devra, dans cette industrie de la mise en valeur et de la vente des forces hydro-électriques, user d'une tarification très élastique,

(1) Ouvrage de la collection : *Au pays de la Houille blanche*, A. Gratier et J. Rey, éditeurs, Grenoble.

basée sur la valeur du service rendu, faire payer à chaque client ce qu'il peut payer ; et pour pousser l'exploitant vers ce but « un régime libéral, qui ne gênera que le moins possible la souplesse de ses tarifs, paraît encore le meilleur ». M. Tavernier cite alors les tarifs variés des diverses grandes installations actuelles.

La traction sur voie ferrée est susceptible d'un grand développement, mais, au point de vue économique, on se heurte à une dépense colossale de renouvellement de matériel. Il faut donc prévoir une période assez longue de transition, et il paraît rationnel de commencer par les lignes de montagne qui ont de fortes déclivités, et d'appliquer ensuite ce nouveau mode de traction d'abord aux trains de voyageurs. Dans cet ordre d'idées, la Suisse et l'Italie surtout nous offrent déjà l'exemple d'essais remarquables.

La traction électrique des bateaux sur les canaux mérite également l'étude la plus attentive des techniciens et des économistes, en particulier le problème de l'aménagement du Rhône « vaste entre tous, séduisant pour les uns, utopique pour les autres », si loin qu'il soit encore d'être résolu, mérite cependant de provoquer les études et les recherches des ingénieurs. Enfin, l'irrigation elle-même doit, au point de vue de l'agriculture, trouver avantage à être faite par l'énergie hydro-électrique, grâce à son fractionnement qui se plie à toutes les exigences.

La comparaison, au point de vue des dépenses de premier établissement entre les industries diverses et les services publics utilisant une chute d'eau, amène M. Tavernier à cette notion exprimée au début, d'un réseau de distribution unique, recevant l'énergie de plusieurs sources et la distribuant à plusieurs clients.

L'étude de la répartition de la puissance hydraulique des Alpes montre qu'elle paraît suffisante pour faire face à tous les besoins connus dans cette région et constituer, en même temps, pour les emplois nouveaux provoqués par les bas prix, une réserve qui ne sera pas de si tôt épuisée. Il ne s'en suit pas pour cela que la Houille noire doive voir son emploi se restreindre, l'auteur pense qu'au contraire, la machine à vapeur remplissant simplement, vis à vis de la puissance hydraulique, partout où elle rayonnera, la fonction de machine auxiliaire a en perspective un rôle plus important sans doute que celui qu'elle a joué jusqu'ici.

Au point de vue législatif, M. Tavernier se borne à exposer la question et à montrer les avantages et les inconvénients des divers projets de lois en présence. Il ne veut pas, dit-il, rouvrir un débat sur cette question délicate et complexe. Il pense que le plus pressé « avant d'agir, avant d'immobiliser des capitaux considérables dans l'usine hydro-électrique ou à côté, est assurément d'étudier tout d'abord et comparer toutes les combinaisons. Il faut qu'en défrichant ce vaste champ qui s'ouvre à l'activité industrielle du pays, on se rende compte exactement du meilleur emploi de la meilleure chute d'eau ». A défaut d'une refonte générale de la législation, la force des choses a déjà fait son œuvre. Des lois spéciales ont été votées, proposées ou étudiées pour faciliter certaines entreprises particulières ; toutes ces lois spéciales constituent la meilleure préface aux réformes générales projetées.

BIBLIOGRAPHIE

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

La Librairie A. Gratier et J. Rey se charge de procurer tous les ouvrages ci-après mentionnés aux personnes qui désirent en faire l'acquisition.

Les Forces hydrauliques du Haut-Drac dans le département de l'Isère.

Dans cette étude, M. Gueymard examine les moyens d'aménager 4 chutes sur le Haut-Drac entre le pont Bernard et le pont de Ponnassis, c'est-à-dire sur une longueur de 21,5 kilomètres. La dénivellation entre ces deux points extrêmes est de 240 mètres.

La première chute, dite de Ponnassis, située sous le pont de ce nom, aurait une hauteur de 50 mètres. Le débit d'étiage étant d'environ 20 m³, la puissance disponible serait d'au moins 9000 HP. Pendant 9 mois de l'année, le débit montant à 45 m³, on aurait alors sur l'arbre des turbines 20000 HP.

Cette chute pourrait être aménagée en établissant sur le Drac un barrage, haut de 50 mètres environ, présentant un développement de 22 mètres à sa base et de 85 mètres à son sommet. Ce barrage établi sur un terrain solide semble ici, à cause de la disposition des lieux, préférable à une simple dérivation avec tunnel d'aménée. Deux canaux creusés dans la roche amèneront l'eau dans la chambre de mise en charge, située sur la rive droite et d'où partiront environ 17 conduites forcées ayant une longueur moyenne de 60 mètres. Chaque conduite alimentera un groupe électrogène de 1000 à 1200 HP. Le Drac ayant de très fortes crues qui peuvent aller jusqu'à 1000 m³ par seconde au maximum, deux tunnels sur la rive gauche devraient être percés pour évacuer l'excès d'eau et éviter que celle-ci ne se déverse par le barrage. Ces tunnels serviraient en outre, à détourner le Drac pendant la construction du barrage. Les dépenses de l'installation complète sont prévues à 200000 francs en chiffre rond, le barrage entrant dans cette somme pour 61500 francs. M. Gueymard mentionne également les nombreux documents réunis à ce sujet et donne l'état des droits de chute.

La deuxième chute, dite des Chambons, située à 6 kilomètres en amont de la précédente, présenterait une hauteur de 40 mètres, avec un débit d'étiage d'au moins 15 m³. Cette chute pourrait être réalisée, soit par un barrage de 40 mètres de hauteur, mais qui, à cause du terrain peu résistant, ne présenterait pas toutes les sécurités voulues, soit par une dérivation souterraine.

Il serait possible, d'autre part, de réunir ces deux chutes en une seule, mais comme la Bonne se jette dans le Drac, entre celles-ci on serait obligé de créer deux chambres d'eau différentes, l'une pour le Drac avec 90 mètres de chute, l'autre pour la Bonne, avec 73 mètres seulement.

La troisième chute, située à 4500 mètres de la précédente, utiliserait le même débit et aurait une hauteur de 67 mètres. La puissance à l'étiage serait de 10000 HP.

On pourrait établir ici un barrage de 49 mètres sur le Drac dont le lit à cet endroit n'a que 5 mètres de large sur une assez grande hauteur et dont les rives sont formées de roches calcaires. Le prix de ce barrage serait de 470000 francs. Un canal souterrain long de 890 mètres amènerait l'eau à la chambre de mise en charge, d'où partiraient 7 conduites forcées de 1 m. 60 de diamètre et d'une longueur moyenne de 130 mètres. Le coût total de l'installation ne dépasserait pas 1650000 francs. On pourrait aussi capter la chute par une simple dérivation ; mais celle-ci, à cause des dispositions locales, serait obligée de traverser le Drac, il est vrai très resserré à cet endroit. Les dépenses seraient, toutefois, un peu plus élevées que dans le premier mode de captage.

Enfin, la quatrième chute, établie au confluent de la Souloise, et appelée chute de Corps ou d'Ambel, donnerait avec un débit de 15 m³ à l'étiage et une hauteur de chute de 75 mètres, une puissance minimum de 11 à 12000 HP. Contrairement à ce qui a été fait pour les trois chutes précédentes, la première surtout, l'étude de ce dernier projet est encore peu approfondie.

Ces quatre chutes fourniraient donc pendant toute l'année une puissance de 30000 à 40000 HP, puissance qui serait bien supérieure pendant 9 ou 10 mois.

Aide-Mémoire Pont-à-Mousson

Nous signalons à nos lecteurs ce formulaire in-16 d'environ 650 pages, persuadés qu'il sera d'un utile secours à ceux qui s'occupent plus spécialement de l'aménagement des eaux pour force motrice ou assainissement.

Son texte est divisé en plusieurs parties bien distinctes, ce qui facilite les recherches et en fait un ouvrage que l'on aime à consulter à cause de la rapidité avec laquelle on y trouve la formule, le chiffre, donnant le résultat du calcul tout fait, ou bien le renseignement technique sur l'hydraulique générale qu'il serait trop long de chercher dans les traités spéciaux.

Ces différentes parties du texte comprennent principalement :

1° Les formules générales de mathématiques, de nivellement, de mécanique (résistance des matériaux), de physique industrielle, de chimie et d'électricité.

2° Les formules de l'écoulement de l'eau dans les canaux ; les formules de l'écoulement de l'eau dans les tuyaux ; les tables de Prony, Darcy, M.M. Maurice Lévy et Flamant. A notre connaissance, aucun traité d'hydraulique n'est à ce sujet plus complet ; ici ces renseignements, condensés d'une façon bien méthodique, constituent un formulaire extrêmement commode.

3° Un chapitre consacré AUX DISTRIBUTIONS D'EAU ET A L'ASSAINISSEMENT et formé par la très judicieuse juxtaposition de texte d'auteurs autorisés, tels que M. Bechmann, ingénieur en chef des P. et C., professeur à l'École nationale des P. et C. ; M.M. Imbeaux et Debauve, ingénieurs en chef des P. et C., constitue en quelque sorte

un traité succinct d'hydraulique industrielle, mais contenant néanmoins toutes les données qu'un ingénieur doit posséder pour établir un projet de distribution d'eau. Cette partie elle-même, divisée en chapitres nombreux, est d'une lecture très facile.

Enfin, divers chapitres accessoires sont consacrés à l'*Album de Pont-à-Mousson* (tuyaux de types divers), à l'installation des canalisations en fonte et à la législation.

Signalons encore que l'ouvrage se termine par un *Vocabulaire français, anglais, allemand, italien*, des mots les plus usuels.

L'*Aide-Mémoire* de Pont-à-Mousson est un livre destiné à rester sur le bureau de l'ingénieur; la Société des Hauts-Fourneaux et Fonderies de Pont-à-Mousson a fait éditer, au surplus, un petit agenda de poche, très élégant, contenant simplement les tables et formules générales de l'hydraulique industrielle que l'on a le plus souvent besoin de consulter et qu'il est utile d'avoir sous les yeux lorsque, par exemple, sur le terrain, l'on veut jeter les bases d'un avant-projet.

Notes et Formules de l'Ingénieur et du Constructeur Mécanicien,
par Ch. Vigreux, Ch. Milandre, R.-P. Bouquet. Vol. in-16 de 1.700 pages. — Bernard, éditeur, Paris.

Nous pensons être utile à nos lecteurs en leur signalant la 13^e édition parue en 1902 de l'aide-mémoire si apprécié de M. Vigreux. Dans cet important ouvrage se trouvent condensées avec précision et clarté toutes les données et formules nécessaires à l'ingénieur et au constructeur, ainsi que la description détaillée des divers types de machines employées dans l'industrie. Les auteurs désireux de maintenir le succès mérité des précédentes éditions ont augmenté beaucoup celle-ci surtout en ce qui concerne les arbres de transmission, l'hydraulique, les chaudières et les machines à vapeur, les gaz industriels, les automobiles et tout particulièrement l'exploitation des mines. Les chapitres consacrés à la Sucrierie et à l'Électricité ont été, d'autre part, entièrement refondus et bien complétés. Un vocabulaire technique Anglais et Allemand termine cet ouvrage.

PUBLICATIONS NOUVELLES, FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

- Turbine hydraulique, par Robert M. Neilson. In-8^o, 176 p., avec nombreuses figures (Anglais)..... 10.40
 Problèmes et solutions dans le domaine de la technique des courants alternatif et continu, par H. Vieweger. In-8^o (Allemand)... 7.60
 Comment on établit les devis pour les installations d'éclairage électrique et d'énergie, par Fritz Hoppe. 2^{me} édit. In-8^o (Allemand). 6.20
 Carte des établissements électriques de la Suisse, par le professeur Dr W. Wyssling, avec texte 16 p. In-8^o (Allemand, anglais, français)..... 4.45
 Sidérologie, la Science du fer, par Hanns v. Juptner, trad. de l'allemand par Charles Salter. In-8^o de 352 p., avec 11 pl. et 410 fig. (Anglais)..... 14.60
 Recherches sur les aciers au nickel à hautes teneurs, par L. Dumas, ingénieur-conseil de la Société de Commentry-Fourchambault. Grand in-8^o de 208 pages avec tableaux et fig..... 6 fr.

HYDROLOGIE ET HYDRAULIQUE

- Les Forces hydrauliques du Mont-Cenis. — *Electricien*, 30 août 1902;
 La Garonne navigable. — *Revue Générale des Transports*, 1^{er} août.
 Ville de Paris. — Travaux des années 1900 et 1901 sur les eaux de sources; commission scientifique de perfectionnement de l'Observatoire de Montsouris, 1902. *Technologie Sanitaire*, 1^{er} août 1902.
 La Croissance d'organismes dans les tuyaux de distributions. — *Technologie Sanitaire*, 15 août 1902.

ÉLECTROMÉCANIQUE

- Sur la détermination de la chute de tension dans les alternateurs. — *Eclairage électrique*, 2 août 1902.
 Le compoundage électromécanique des groupes électrogènes par le régulateur Routin. — *Eclairage électrique*, 9 août 1902.
 Démarrage et marche des électromoteurs. — *Eclairage électrique*, 16 août 1902.
 Rupture d'arbres de machines directement accouplées. — *Eclairage électrique*, 9 août 1902.
 Systèmes d'énergie électrique pour les mines de houille. — J.-P. Jackson et W.-P. Cochran. *The Engineering and Mining Journal* (New-York), T. LXXIV, n^o 6.
 Pompe électrique pour l'irrigation. — A. J. Bowie. *Electrical World and Engineer* (New-York), T. XL, n^o 6.

TRANSPORT D'ÉNERGIE

- Régulation de la force électromotrice dans un système à trois fils. — *Eclairage électrique*, 16 août 1902.
 Choix du courant à employer pour un transport de force. — *Revue pratique d'électricité*, 20 août 1902.
 Sur la capacité des longues lignes de transmission pour les transports d'énergie. — *Eclairage électrique*, 30 août 1902.
 La transmission à 50000 volts de la compagnie de la Rivière-Missouri. — A.-W. Clapp. *Electrical World and Engineer* (New-York), t. XL, n^o 6.
 La plus grande transmission électrique de force hydraulique au Massachusetts. — A.-D. Adams. *Electrical World and Engineer*, T. XL, n^o 7.

TRACTION ÉLECTRIQUE

- Les chemins de fer électriques en Allemagne. — *Electricien*, 2 août 1902.
 Le Congrès de l'Union internationale permanente de tramways. — *Electricien*, 9 août 1902.
 Moteurs triphasés pour traction. — *Eclairage électrique*, 16 août 1902.
 Le contact superficiel (système Lorain), pour prise de courant au niveau du sol pour les tramways. — *Revue générale des chemins de fer et des tramways*, août 1902.
 Sur l'entretien des accumulateurs électriques employés pour la traction. — *Electricien*, 23 août 1902.
 Le tramway électrique du Vésuve. — *Electricien*, 30 août 1902.
 La traction électrique sur la ligne Milan-Varèze. — *Eclairage électrique*, 23 août 1902.
 Frein électromagnétique système Westinghouse. — *Génie Civil*, 2 août 1902.
 Une nouvelle combinaison de moteurs polyphasés pour la traction. — E. Danielson. *The Electrical Review* (Londres), T. LI, 5 septembre.

ELECTROCHIMIE ET MÉTALLURGIE

- Notes sur l'aluminium et ses alliages. — *Praticien Industriel*, 15 août 1902.
 Fabrication de la soude et du chlorure de chaux par électrolyse. — *Eclairage électrique*, 23 août 1902.
 Cuvrage des métaux, procédé Dessolle. — *Revue Industrielle*, 16 août 1902.
 Fabrication électrique de l'acier. — *Electricien*, 16 août 1902.
 Le carbure de calcium produit par des fours non électriques. — *Moniteur Industriel*, 2 août 1902.
 Fabrication électrique des nitrates au moyen de l'azote atmosphérique. — *Eclairage électrique*, 16 août 1902.
 Obtention de l'aluminium pour conducteurs électriques. — F. C. Perkins. *Zeitschrift für Electrochemie* (Halle), t. VIII, n^o 34.
 Deux grandes synthèses électrochimiques. — *Industrie électrique*, 10 août 1902.
 Sur la préparation électrolytique d'alliages nouveaux. — A. Cœhn. *Zeitschrift für Electrochemie*, t. VIII, n^o 33.
 Fixation de l'Azote atmosphérique. — *Industrie électrique*, 25 août 1902.
 Les usines électrométallurgiques de Masséna. — W.-L. Robb. *Electrical World and Engineer* (New-York), t. XL, n^o 10.
 Electrolyse de la Soude et de la Potasse caustiques fondues. — MM. Le Blanc et J. Brode. *Zeitschrift für Electrochemie* (Halle), t. VIII, n^o 37.

APPLICATIONS GÉNÉRALES

- Sur les courants dérivés à la terre provenant des distributions d'électricité. — *Eclairage électrique*, 9 août 1902.
 Les Moteurs à acétylène. — *Ingénieur Français*, 15 août 1902.
 Les Conditions pour la mise en parallèle des alternateurs, au point de vue des constructeurs de machines. — H. E. Longwell. *The Electrical Review* (Londres), T. LI, 22 août.
 Mesure directe de l'énergie dewattée. — H. Frankfield. *Electrical World and Engineer*, T. XL, n^o 7.
 Le Laboratoire d'électricité de New-York. — C.-C. Trowbridge. *Electrical World and Engineer* (New-York), T. XL, n^o 9.
 Les Industries électriques en Russie. — P.-C. Perkins. *Electrical World and Engineer* (New-York), T. XL, n^o 10.
 Pont roulant électrique de 60 tonnes des Forges nationales de la Chaussade. — *Génie Civil*, 16 août 1902.
 Les nouvelles Usines génératrices de la Niagara Falls Power Company. — H.-W. Buck. *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers* (New-York), T. XIX, n^o 5.

L'Imprimeur-Gérant : P. LEGENDRE.