

cédés à la fois. et nous ferons  $\text{tg}\beta = 0,850$ ,  $\text{tg}\beta_1 = 0,026$ ,  $\text{tg}\beta'_1 = 0,222$ , en donnant à MB'' une inclinaison de  $0^{\text{m}}830$ .

Les dimensions principales seront alors :  $e_0 = 4$  m.

$$m = 7^{\text{m}}70 \quad m' = 58,90 \quad e = 66^{\text{m}}60 \quad S = 2279,2075$$

et comme vérification des conditions de stabilité on trouve :

$$\begin{array}{ll} \text{à vide :} & n'_0 = 133^{\text{m}}237 \quad A_0 = 139^{\text{m}}980 \\ \text{en charge :} & n'' = 71^{\text{m}}904 \quad n'' = 97^{\text{m}}143 \quad A = 128^{\text{m}}730. \end{array}$$

La compression maxima  $A_0$  à vide est un peu inférieure à la limite fixée, toutefois, on pourrait la réduire encore, en en même temps que  $n'$  et  $S$ , en diminuant légèrement  $\text{tg}\beta$  et en augmentant encore un peu l'inclinaison de AE ainsi que celle de la corte MB''.

Si l'on compare les résultats obtenus avec les deux types de profil, on voit qu'ils sont à peu près équivalents, toutefois, ce dernier pourrait conduire à une très légère économie dans le cube des maçonneries, en faisant varier la largeur du couronnement, ce qui permettrait de réaliser les profils à section minima sur les flancs de la vallée où la hauteur serait inférieure à 40 m. Mais, par contre, comme la largeur de la base est plus grande que dans le premier type, cette légère économie sur les maçonneries sera rapidement compensée par le surcroît de dépenses des fouilles dès que celles-ci devront être descendues un peu profond dans le sol.

Dans un prochain article nous terminerons en donnant quelques détails pratiques sur la construction des barrages.

H. BELLET.

## LE MOIS HYDRO-ÉLECTRIQUE

### ACADÉMIE DES SCIENCES

#### GÉOLOGIE ET HYDROLOGIE

Sur la « fenêtre » du Plan-de-Nette et sur la géologie de la Haute Tarentaise. — Note de M. W. KILIAN, Séance du 1<sup>er</sup> octobre 1906.

A peu de distance au sud du col de la Leysse (2650<sup>m</sup>), en Haute-Tarentaise, apparaissent des marbres roses et blancs, finement cristallins, avec intercalations de bancs lie de vin, également très cristallins, dans lesquels la présence d'*Apychus*, de *Bélemnites* et de *Phyllarimus*, rencontrés après de longues recherches, nous a permis de reconnaître le Jurassique supérieur à facies Briançonnais analogue au calcaire de Guillestre, mais notablement plus cristallin. Ces curieuses assises sont accompagnées, comme dans certains points du Briançonnais, de brèches calcaires à ciment rouge et blocs de marbre noir, rose et blanc ; elles se présentent dans les conditions suivantes : sur le versant sud du col de la Leysse et au pied du glacier de la Grande-Motte, on voit apparaître sous les marbres phylliteux (Frias), bien caractérisés, la succession suivante (de haut en bas) :

8. Calcaires triasiques gris ;
7. Calcaires nankin à pâte fine (Infralias ?) ;
6. Calcaires noirs schisteux et brèche calcaire (brèche du Télégraphe), Lias ;
5. Marbres finement cristallins, blancs, roses, jaunâtres, avec bancs lie de vin, avec *Apychus* et traces d'autres fossiles ;
4. Brèche à gros éléments (blocs de marbres blancs, roses, verdâtres, de calcaires cristallins noirs et de calcaires nankin) contenant des *Bélemnites* très reconnaissables : cette assise affleure à l'extrémité nord de la plaine du Plan-de-Nette, au point où le sentier franchit un petit escarpement rocheux ;
3. Brèche calcaire à fragments de calcaires gris, noirâtres et jaunes (calcaires nankin), du type habituel et caractéristique de la brèche du Télégraphe (Lias) du Briançonnais ;
2. Calcaire nankin à pâte fine (Infralias ?) ;
1. Calcaires triasiques gris, du type des « calcaires à Gyroporelles », visibles dans la barre rocheuse qui limite au sud la plaine du Plan-de-Nette.

Cette série qui, de toute évidence, représente une nappe syncli-

nale (1) (pli couché) de Jurassique, à facies Briançonnais, va plonger à l'est sous des *Cargneules triasiques* surmontées de schistes lustrés avec *pietre verdi* (chaîne de la Sana-Génépy). La racine de cette nappe (ou synclinal couché), qui plonge à l'ouest sous le massif de la Grande-Motte, doit être cherchée à l'ouest, c'est-à-dire dans la zone où règnent le facies bréchoïde du Lias et le type des marbres de Guillestre, contrairement à la masse de schistes lustrés qui la recouvre et qui présente le facies piémontais, c'est-à-dire le type d'une zone plus orientale.

Plus au nord, près de Tignes et de Val-d'Isère, j'ai pu reconnaître également, dans les plus qui forment le soubassement du massif de schistes lustrés de la Grande-Sassière, des noyaux synclinaux de brèche (liasique) du Télégraphe et de marbres identiques à ceux du Plan-de-Nette.

Là encore, par conséquent, on rencontre sous une masse, probablement charriée et repleyée de schistes lustrés, des plis couchés vers l'Italie, à facies Briançonnais, probablement autochtones. Ces plis, appartenant au flanc est de la zone axiale houillère, présentent les mêmes facies et la même composition que ceux des environs de Maurin, Guillestre, Névache et que les synclinaux (Grand-Aréa) qui accidentent l'éventail houiller entre la Guisane et l'Arc. Ils se continuent en Italie entre le col de la Gahse et la Grande-Sassière.

Il est réservé aux recherches futures de faire la part qui revient aux dépôts jurassiques dans cette zone dans laquelle M. Marcel Bertrand, à qui nous devons d'avoir éclairé d'une vive lumière la structure de cette haute région, n'avait signalé que des calcaires triasiques.

Sur le défaut d'étanchéité des zones imperméables dans les sous-sols calcaires. — Note de M. E.-M. MARTEL, séance du 1<sup>er</sup> octobre 1906.

En présence des difficultés hygiéniques souvent insurmontables auxquelles se heurtent actuellement les projets de captage d'eau potable dans les régions calcaires, on s'était pris à espérer que, dans certains cas, les résurgences pouvaient être naturellement protégées, contre les infiltrations polluantes, par des intercalations de zones marneuses au-dessus du gisement géologique des émergences ; on avait pensé que ce toit imperméable, analogue à celui des eaux artésiennes, pourrait éviter, au moins par places, les contaminations proximales. Dans une préfecture de l'ouest de la France, une savante étude géologique avait établi que l'eau captée pour l'alimentation jaillit des calcaires gréseux du Lias moyen, sous une couche imperméable de marnes bleues (Lias supérieur) épaisse de 8<sup>m</sup> à 10<sup>m</sup>, couche supposée assez continue, assez élanche pour arrêter les diverses infiltrations malsaines recueillies par les calcaires fissurés (bajociens et bathoniens) situés au-dessus. A la fin de 1905, il n'en est pas moins survenu dans ladite ville une petite épidémie de fièvre typhoïde, dont on n'a pu, paraît-il, préciser l'étiologie.

Il me semble indispensable, à ce propos, d'indiquer que cette hypothèse de l'étanchéité des marnes intercalaires est contredite par la matérialité des faits, au moins pour les masses calcaires dont le niveau dépasse celui des plans de drainage extérieurs. Dès 1889, d'ailleurs, avec G. Gaupillat (*Comptes rendus*, 25 novembre 1889), j'énonçais (pour les Causses) « qu'à travers la zone marneuse, le contenu des innombrables petits réservoirs se déverse en suintant par les gerçures naturelles » ; le développement des investigations souterraines a de plus en plus confirmé que, même dans les régions les moins disloquées, la continuité protectrice des marnes ne saurait être affirmée nulle part. La plupart du temps, au contraire, les cassures des calcaires, inférieurs ou supérieurs aux zones marneuses, ont intéressé celles-ci au point de les interrompre sur toute leur épaisseur.

De plus, si argileuse que soit une marne, il est absolument illusoire de penser que sa dilution par les eaux souterraines parvienne à colmater les crevasses et à corriger les effets fâcheux de la fissuration. En effet (sans parler des grandes diaclases ou failles largement béantes à travers plusieurs assises) il est permis d'affirmer qu'en règle générale, dans les calcaires, les eaux souterraines (au-dessus tout au moins des plans de drainage extérieurs qui provoquent leurs émergences) ne sont pas statiques, mais dynamiques ; après les pluies surtout (qui précisément amènent les infiltrations dangereuses), leurs courants plus ou moins rapides et leurs colonnes d'eau, ou conduites forcées, sous forte pression hydrostatique, pénètrent ou pèsent dans les gerçures de toute espèce, au point de faire matériellement obstacle au tranquille et lent dépôt de résidu argileux qui seul pourrait produire le colmatage.

Dans les grands avens des Causses, des Alpes, etc. (profonds de 100<sup>m</sup> à 200<sup>m</sup>), le creusement des vallées soulirantes, en abaissant le niveau de base général et corrélativement celui des eaux sou-

(1) Le n° 7 correspond au n° 2 ; le n° 6 au n° 3 ; le n° 4 et le n° 5 repré sentent le noyau du synclinal. Cet ensemble plonge de toutes parts sous des assises plus anciennes et apparaît comme par une « fenêtre » dans la dépression du Plan-de-Nette sur les bords de laquelle, notamment à l'extrémité nord, on peut aisément l'étudier.

terraines, a produit la perforation successive de diverses zones marneuses (oxfordienne, calloviennne, bathonienne, bajocienne) *théoriquement* imperméables, intercalées dans les calcaires compacts ou les dolomies ; et même, dans la vallée de la Jonte par exemple, des étages successifs d'anciennes sorties d'eaux correspondent nettement (dans les parois des falaises : 1° Nabrigas, etc. ; 2° la Cave, la Vigne, etc. ; 3° niveau actuel de Sourbelles, des Douzes, etc.) aux perforations échelonnées des anciens niveaux hydrostatiques internes.

Quelques exceptions de courants ou bassins souterrains, demeurés *suspendus* en quelque sorte dans l'intérieur de la masse calcaire, au-dessus des bas thalwegs d'appel, ne font que confirmer la règle ; par exemple aux Baumes-Claudes (Lozère), à Padirac (Lot), etc., où le colmatage argileux paraît en partie admissible, — au Tindoul de la Vayssière (Aveyron), — à la source de la Save (Carniole, Autriche), etc., où l'émergence se manifeste à 100<sup>m</sup> et plus au-dessus du niveau de drainage régional ; aucune de ces exceptions, en tous cas, n'a encore été rencontrée *en dessous* d'un toit étanche.

Bien au contraire, les perforations de planchers marneux se constatent comme dans les avens, parmi nombre de grottes où la rivière souterraine est descendue jadis ou descend actuellement *d'un étage plus bas* (Miremont, Dordogne ; Igue-Peureuse, Lot ; Nabrigas, Lozère ; la Bonnette, Tarn-et-Garonne ; Bétharram, Basses-Pyrénées ; la Balme, Isère ; etc., etc.). Près de Dinant (Belgique), dans la vallée de *Font-de-Lesse*, j'ai trouvé (fin octobre 1905, avec MM. Van den Broeck et Rahir) deux petites cavernes des plus suggestives sous ce rapport : l'une à sec montre les trous, *non colmatés*, par où l'ancien écoulement s'est enfoui ; l'autre a conservé à 40<sup>m</sup> au-dessus du thalweg actuel, un ruisseau pérenne, parce que nul *défaul* ne s'est manifesté encore dans son support marneux imperméable, qui n'est pas percé.

Ce sont ces *défauts*, beaucoup plus répandus qu'on ne le croit, qui empêchent de préjuger l'étanchéité du plancher aussi bien que du toit marneux des eaux souterraines dans l'épaisseur des calcaires (tout au moins au-dessus des plans du drainage extérieurs). Les soi-disant zones imperméables sont plutôt, en principe, non pas un *filtre de colmatage*, mais simplement un *défectueux percolateur qui laisse passer le marc*. S'il en était autrement, il y aurait, du haut en bas des falaises des canons calcaires, des étages superposés de cascades émergentes (comme celle de la Save ou Terglou) correspondant à chacune des récurrences marneuses de la formation. Or ce phénomène est au contraire très rare ; presque tous les affluents souterrains de ces canons se manifestent au niveau du thalweg, jusqu'auquel ils ont pu descendre grâce aux craquelures intérieures. Aussi, peu d'obstacles les empêchent d'amener aux soi-disant sources tout le *marc* des vallées fermées et des plateaux d'amont : nitrates, matières organiques, ptomaines et microbes qui font germer les maladies transmissibles.

La conclusion est aussi facile que formelle : *dans les régions dépourvues de terrains réellement filtrants et, par conséquent, de vraies sources, la recherche et l'application d'un efficace et définitif procédé de filtrage ou de stérilisation s'imposent absolument comme une inéluctable nécessité sociale et hygiénique.*

## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

Séance du 16 Novembre 1906

### Ventilation des tunnels de chemins de fer et des métropolitains souterrains. — Communication de M. C. BIRAULT.

M. BIRAULT, notre collaborateur, dit que lorsque les premiers tunnels sous les Alpes ont été ouverts à l'exploitation, on comptait sur les bons effets de la ventilation naturelle pour renouveler l'air convenablement à l'intérieur de ces longs souterrains. Mais, par suite de l'augmentation du trafic, l'atmosphère s'est trouvée viciée dans des proportions qui sont devenues dangereuses pour le personnel de l'exploitation, et l'on a dû avoir recours à la ventilation mécanique.

Ces installations sont récentes, puisque celle du Saint-Gothard date de 1899 et celle du Mont-Cenis de 1904. La nécessité s'en imposait depuis longtemps, surtout au tunnel du Mont-Cenis où la ventilation naturelle était notoirement insuffisante. Pour ces deux tunnels, on a adopté le système de ventilation mécanique inventé quelques années auparavant par M. Marc Saccardo, Inspecteur en chef des Chemins de fer d'Italie, et appliqué pour la première fois, en 1894, au tunnel de Pracchia, sur la ligne de Bologne à Pistoie, à la traversée des Apennins.

Le système Saccardo a été adopté depuis lors, en Italie, pour la ventilation de nombreux tunnels de chemins de fer. Il a été employé en France, en 1901, au tunnel de l'Albespeyre, sur la ligne de Paris à Nîmes, à la traversée des Cévennes. On retrouve en Amérique, aux États-Unis, des dispositifs analogues pour la ventilation de quelques tunnels de chemins de fer.

Le tunnel du Simplon, ouvert à l'exploitation en juin 1906, est ventilé par des procédés tout différents. On a prévu, dès l'origine,

les installations de ventilation mécanique nécessaires pour l'aérage du tunnel pendant l'exploitation.

En résumé, ce n'est guère que depuis une dizaine d'années que l'on s'est attaché à résoudre pratiquement, d'une façon satisfaisante, le problème de la ventilation des tunnels de chemins de fer.

Les causes qui peuvent rendre nécessaire la ventilation mécanique des tunnels de chemins de fer sont la viciation de l'atmosphère et l'élévation de la température. Les longs tunnels à fort trafic sont généralement dans les plus mauvaises conditions, mais il existe des souterrains très courts extrêmement dangereux. Dans tous les cas, il serait à désirer que la traction électrique se généralisât rapidement pour la traction des convois, dans les souterrains où l'aérage naturel s'effectue mal.

Quelles sont les limites admissibles pour la viciation de l'atmosphère et l'élévation de la température ?

On trouvera au Bulletin de la Société les nombres fixés par la Commission italienne qui a procédé aux expériences de ventilation du tunnel de Pracchia, en 1894, ainsi que les conclusions de la Commission anglaise nommée en 1895 pour examiner les conditions d'aération de l'ancien métropolitain à vapeur de Londres.

Les chiffres indiqués par cette dernière Commission méritent davantage d'être pris en considération, car ils ne sont pas, comme ceux de la Commission italienne, en désaccord avec les données des hygiénistes. Il est regrettable de constater qu'à l'heure actuelle, cette question est aussi peu élucidée, malgré l'importance qu'elle présente.

M. Biraault examine ensuite les différents systèmes de ventilation applicables aux tunnels de chemins de fer. La ventilation mécanique devra être assurée sans galerie d'aérage ni canalisation d'air, et les circonstances locales ne permettront, en général, de faire d'insufflation d'air pur ou d'extraction d'air vicié que par les têtes du tunnel ou dans leur voisinage immédiat.

Dès lors, deux solutions restent en présence, suivant que l'on désire que les extrémités du souterrain demeurent constamment ouvertes, ou si on considère qu'elles peuvent être fermées par des portes ou rideaux mobiles que l'on ouvre au moment du passage des trains.

Les manœuvres de portes ou rideaux constituent évidemment une sujétion pour le service de l'exploitation, mais elles ne présentent aucun danger avec des rideaux en toile à voile, comme au Simplon, car ces rideaux n'opposeraient pas de résistance sérieuse au passage des convois, s'ils n'étaient pas relevés en temps utile.

On diminue la puissance nécessaire pour la ventilation en fermant les têtes du tunnel, de manière à soustraire l'atmosphère du souterrain aux effets de la ventilation naturelle dont le sens peut changer, tandis que le courant d'air de la ventilation mécanique n'est pas réversible, dans les tunnels constamment ouverts à leurs extrémités. Aussi la puissance à développer augmente-t-elle beaucoup, lorsque la ventilation naturelle contrarie la ventilation artificielle.

Après avoir étudié les avantages et les inconvénients des deux types d'installations, M. Biraault décrit les principales installations de ventilation mécanique existantes.

Le premier type d'installation, souterrain constamment ouvert à ses deux extrémités, est réalisé dans le système Saccardo : par des ventilateurs on injecte de l'air pur dans une buse annulaire ménagée le long des parois du tunnel, en arrière d'une des têtes, l'insufflation se faisant dans la direction de la tête opposée. Quelquefois l'appareil Saccardo est disposé en sens inverse, la buse dirigée vers l'extérieur pour extraire, par aspiration, l'air vicié du tunnel.

Il décrit ensuite les installations de ventilation mécanique du tunnel de Pracchia, celles du tunnel du Saint-Gothard. Ces dernières ont été créées à la tête nord du souterrain, côté Gœschenen, le courant d'air de la ventilation mécanique ayant la direction nord-sud.

La puissance nécessaire pour la ventilation varie de 100 chevaux à 70 tours du ventilateur, à 800 chevaux à 130 tours. Les ventilateurs sont actionnés par une turbine. Avec une vitesse de rotation de 120 tours, un courant d'air naturel sud-nord, ayant une vitesse de 1,50 m. par seconde, est inversé et remplacé par un courant nord-sud de 3,50 mètres.

Puis, M. Biraault étudie la ventilation des tunnels des *Giovi* et du *Ronco*, sur la ligne de Gènes à Turin. Il rappelle l'accident arrivé au tunnel des *Giovi*, en 1898, par suite de l'asphyxie des mécaniciens d'un train de marchandises en triple traction. Le tunnel des *Giovi* a 3,5 km. de longueur, il est à double voie et en rampe de 30 m/m par mètre. Il a été ventilé en juin 1899. Celui du *Ronco*, de 8,3 kms de longueur, à double voie et en rampe de 12 mm., a été ventilé en juillet 1900. La ventilation mécanique a permis d'avoir une atmosphère suffisamment pure, tout en augmentant le nombre des convois. Il a même été possible d'installer un poste de bloc-système au milieu du tunnel du *Ronco*, grâce à la présence de deux galeries transversales existantes, dites fenêtres de *Busalla*, que l'on a utilisées pour la ventilation.

M. Biraault indique les données principales de plusieurs autres installations de ventilation, système Saccardo. Au tunnel de l'Albespeyre, on peut réaliser des vitesses de 7,50 m. pour le courant d'air lorsqu'il n'y a pas de convois dans le souterrain. Il étudie

la ventilation de plusieurs tunnels américains, puis l'installation Saccardo créée, en 1904, au tunnel du *Mont-Cenis*, tunnel exploité par les chemins de fer d'Italie. Cette installation est encore insuffisante, car la puissance de 320 chevaux dont on dispose sur l'arbre des ventilateurs de l'installation de Bardonnèche est beaucoup trop faible.

Le deuxième type d'installation, souterrain fermé par des portes ou rideaux mobiles, a été réalisé au Simplon.

On avait déjà tenté d'améliorer, autrefois, les conditions d'aéragage de petits tunnels, sans aucune installation de ventilation mécanique, en fermant simplement une des extrémités par un rideau pendant la traversée des convois. Cette disposition a été adoptée sur la ligne de Shin-Yetru, au Japon, en 1894.

La Compagnie Italienne des Chemins de fer de la Méditerranée a procédé également, en 1902, à des expériences au tunnel de Prè-di-Mé, sur la ligne de Gènes à Ovada.

Mais c'est au tunnel du *Simplon* seulement que nous voyons de puissantes installations de ventilation mécanique, avec fermeture des deux extrémités du tunnel par des rideaux. L'exploitation du tunnel se fait par la traction électrique.

Au portail nord, côté Brigue, deux ventilateurs indépendants, actionnés par des turbines de 200 chevaux, refoulent l'air pur en arrière du rideau qui ferme la tête du souterrain. Au portail sud, côté Iselle, deux ventilateurs semblables aspirent l'air vicié en avant du rideau et le rejettent au dehors. Des manœuvres de portes et de vannes permettent de remplacer ce courant nord-sud par un courant sud-nord, qui convient mieux pour les journées froides d'hiver, car on évite ainsi la production de glace sur les parois, vers les têtes du souterrain, les maçonneries du côté sud d'Iselle étant parfaitement sèches.

La ventilation est complétée par des dispositifs permettant de refroidir l'air à la température de 28 degrés environ, en arrosant d'eau froide les parois dans les régions les plus chaudes du souterrain et aussi en projetant de l'eau fraîche sous pression en gerbes verticales. On trouvera au Bulletin les calculs détaillés de ces appareils de refroidissement, ainsi que les résultats pratiques obtenus, d'après les rapports du service de l'exploitation.

## INFORMATIONS DIVERSES

### Concours international pour un appareil limiteur de courant

Dans le numéro de janvier 1906, *La Houille Blanche* a indiqué qu'un concours international était ouvert par le *Syndicat des Forces hydrauliques* pour un appareil limiteur de courant. Ce concours qui devait avoir lieu dans le courant de l'été 1906 a été renvoyé en 1907. Nous croyons utile de rappeler ici les principales conditions requises pour pouvoir prendre part à ce concours :

1° S'adapter à des puissances supérieures à 5.000 volts et fonctionner sur des courants alternatifs simples ou triphasés pratiquement employés (1), primaires ou secondaires ;

2° Avertir, par un signal efficace, aussi longtemps que possible avant d'entrer en fonction.

3° Limiter automatiquement le courant du branchement au-dessous d'un maximum déterminé, en entrant en fonction toutes les fois que ce maximum aura été dépassé dans une certaine proportion plus ou moins grande, pendant un certain temps plus ou moins court par exemple et seulement à titre d'indication : de 5% pendant 5 minutes, ou de 25% pendant 30 secondes, ou de 50% instantanément.

4° Pouvoir être ramené à sa position initiale par une intervention quelconque, mais en laissant une trace spéciale de chacune de ces interventions ;

5° Être facilement adaptable à différentes puissances (2) ;

6° Être aussi simple, robuste, précis, indéréglable et inviolable que possible ;

(1) Il est rappelé que la tension la plus élevée actuellement employée est de 35 000 volts entre fils et que de nouveaux réseaux vont atteindre 50 000 volts. D'autre part, les appareils seront essayés à une fréquence de 50 périodes qui semble être la plus générale ; ils devront pouvoir s'adapter à la fréquence de 25 cycles.

(2) L'adaptation de puissance pourra résulter, par exemple, de l'adaptation, à un système commun de relais, d'appareils interrupteurs de dimensions variées selon la puissance ou la tension.

L'adaptation au voltage pourra de même résulter, par exemple, de l'emploi de transformateurs variés ; il suffira au constructeur de fournir un seul modèle à titre d'exemple pour une installation à basse pression et un autre pour une installation à haute pression (au moins 20.000 volts) ou tout au moins l'un des deux.

7° Son réglage ou son fonctionnement ne devront pas être influencés sensiblement par la température ou par l'humidité.

Les concurrents devront faire parvenir avant le 1<sup>er</sup> avril 1907, au Siège Social du Syndicat, 63, boulevard Haussmann, à Paris, une notice descriptive très complète de la disposition qu'ils présentent au concours, avec dessins à l'appui.

Les concurrents dont les appareils seront retenus par la Commission pour être soumis aux épreuves pratiques, devront fournir deux appareils. L'un sera monté, par leurs soins et à leurs frais, sur le branchement qui leur sera désigné, pour fonctionner en service courant pendant quinze jours. L'autre sera déposé à l'Institut Electrotechnique de Grenoble, pour être soumis à tels essais que la Commission jugera utile.

Les renseignements nécessaires à ces deux séries d'essais seront portés à la connaissance des concurrents avant le 1<sup>er</sup> juin 1907, en même temps que l'avis de leur admission aux essais qui devront pouvoir commencer le 1<sup>er</sup> août 1907, terme rigoureux. Chaque constructeur sera admis à suivre les essais sur ses propres appareils ou à s'y faire représenter.

Les systèmes proposés restent la propriété des inventeurs qui devront prendre, en temps utile, les mesures nécessaires pour garantir cette propriété.

Le Syndicat se réserve expressément le droit de publier dans la mesure qui lui conviendra, la description, les dessins et les essais des appareils présentés au concours.

La Commission chargée de l'examen et du classement des appareils pourra décerner un prix de 2 000 francs au concurrent placé au premier rang ou diviser cette somme suivant le mérite des appareils (1).

### L'utilisation de l'Ain

Il est actuellement question de doter les villes de Bourg, Villefranche et Mâcon, d'un réseau de distribution d'énergie électrique utilisant deux chutes sur l'Ain. Voici, d'après l'*Industrie Electrique*, les principales données de ce projet :

La première chute, dite de « Cize », est la plus importante. Elle sera obtenue au moyen d'un barrage et d'une dérivation de la rivière qui aura son origine en amont du chemin de fer de Bourg à Bellegarde. Elle traversera la voie ferrée, et se terminera à l'autre extrémité de la boucle que l'Ain forme à cet endroit.

Le barrage de prise d'eau aura une hauteur de 4 mètres au-dessus de l'étiage, et une hauteur totale maxima de 5<sup>m</sup>30 ; il sera assis rive droite sur des terrains communaux de Corveissiat et rive gauche sur des terrains communaux de Granges.

Le canal d'amenée sera entièrement souterrain ; il pénétrera dans des éboulis, atteindra le massif rocheux, et enfin sortira à nouveau dans des éboulis pour aboutir à l'usine hydraulique projetée, au territoire de la commune de Bolozon. La longueur totale du souterrain sera de 485 mètres.

La différence du niveau d'amont au niveau d'aval créé par ce barrage et cette dérivation sera de 8<sup>m</sup>55.

L'usine sera placée tout à fait au bord de l'Ain ; elle formera l'un des côtés de la chambre de mise en charge qui terminera le canal d'amenée.

Le bâtiment est prévu pour renfermer six groupes électrogènes ; sa longueur sera de 32 mètres et sa largeur de 10 mètres.

Il sera prolongé à son extrémité sud par un pavillon à deux étages, de 10 mètres sur 10 mètres qui servira de logement au personnel.

Chacune des six turbines pourra fournir une puissance d'environ 500 chevaux et débitera 6.000 litres sous une chute de 8<sup>m</sup>30 ; la vitesse de rotation de ces turbines sera de 250 tours par minute. Il y aura en outre deux turbines de 130 chevaux dont une de rechange pour l'excitation et l'éclairage de l'usine.

La puissance de l'usine génératrice, si on la suppose absorbant les 30 m<sup>3</sup> par minute que peut fournir le canal d'amenée, sera donc au total d'environ 2.500 chevaux mesurés sur l'arbre des turbines.

La deuxième chute, dite de « Granges », sera située au lieu dit « La Leschère », à 1.500 mètres au-dessus du village de ce nom, et à 5 kilomètres au-dessus du barrage précédent. Elle sera réalisée par la construction d'un barrage de 4 mètres au-

(1) Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser au Secrétaire du Syndicat des Forces Hydrauliques, à la Chambre de Commerce, à Grenoble.



dessus de l'étiage, assis sur la rive droite au territoire de Saint-Maurice-d'Echazeaux et sur la rive gauche au territoire de Granges. L'usine hydro-électrique à établir sera placée sur la rive gauche, à environ 450 mètres en aval du barrage; les eaux lui seront amenées par un canal à ciel ouvert.

La différence du niveau d'amont au niveau d'aval sera au total de 4<sup>m</sup>50. Il est probable que la réserve créée par la construction de ce deuxième barrage ne sera, dans les débuts, utilisée que comme réservoir; mais l'usine sera ensuite équipée dès que le besoin s'en fera sentir, et elle fonctionnera comme usine de secours. Comme la précédente, elle sera placée tout à fait sur le bord de l'Ain, et formera l'un des côtés du réservoir de distribution du canal d'aménée.

Le bâtiment est prévu pour renfermer cinq groupes électrogènes; sa longueur sera de 28 mètres, et sa largeur de 12 mètres.

Il y aura 5 turbines de 300 chevaux débitant chacune 7.550 litres sous une chute de 4<sup>m</sup>25; leur vitesse sera de 70 tours par minute.

La puissance de cette usine de secours est évaluée à 1.300 chevaux environ.

Nous ajouterons qu'à l'usine hydro-électrique de Cize sera jointe une usine électrogène mue par la vapeur, pour parer à l'insuffisance du débit de l'Ain pendant quelques jours par an.

### Les méfaits de la force centrifuge

On se rappelle que, le 1<sup>er</sup> juillet dernier, un express du London and South Western dérailla au moment où il traversait à grande allure la gare de Salisbury (Angleterre).

Ce train transportait à Londres des passagers d'un transatlantique, venus d'Amérique et débarqués à Southampton. Vingt-six voyageurs furent tués, et un certain nombre d'autres blessés. Une enquête fut ordonnée, et le *Board of Trade* vient de publier le rapport du major Pringle qui en fut chargé.

Le train se composait d'une locomotive à bogie avec quatre roues couplées, d'un tender, d'un fourgon à bagages, de trois voitures de première classe, et d'un fourgon de queue. L'accident a eu lieu à la sortie de la gare sur une courbe de 84 mètres de longueur dont le rayon de courbure variait de 240 mètres aux extrémités à 160 mètres au milieu. La voie présentait un dévers qui allait en s'accroissant des extrémités au milieu où il atteignait 0 m. 076.

Le major Pringle estime que la locomotive et son tender ont sauté par dessus le rail extérieur sous l'effet de la force centrifuge, car le centre de gravité de la machine était à 1 m. 50 au-dessus du niveau des rails, et le calcul montre que l'équilibre devient instable lorsque la vitesse atteint 110 kilomètres à l'heure, vitesse qui a bien pu être dépassée au moment du déraillement, car au dire des voyageurs « rescapés », le train filait à une allure vertigineuse. Le régulateur de la locomotive a bien été trouvé fermé, mais les freins n'étaient pas serrés. Diverses autres constatations ont confirmé le major Pringle dans son opinion de renversement par la force centrifuge.

## BIBLIOGRAPHIE

**Le carbone et son industrie**, par Jean ESCARD, ingénieur civil, ancien élève du Laboratoire central d'Electricité de la Société Internationale des Electriciens, gr. in-8° (16 × 24), de XVIII-763 pages, avec 120 figures et une planche hors texte. Dunod et Pinat, éditeurs, Paris. Prix broché : 25 francs.

Il y a exactement un an, *La Houille Blanche* donnait à ses lecteurs l'analyse d'un ouvrage de M. Jean Escard, sur « les fours électriques et leurs applications industrielles » en insistant sur ce caractère particulier de son étude qui avait pour but de montrer l'importance de ces appareils dans la métallurgie de l'avenir, et de la préparation industrielle d'une foule de produits appelés désormais à rendre de grands services, grâce à leur facilité de production et à leurs propriétés spéciales.

Dans son nouvel ouvrage sur « Le carbone et son industrie », M. Jean Escard a voulu développer certaines données qu'il n'avait pu que sommairement indiquer dans son précédent volume, à cause du but de celui-ci qui était de mettre les industriels à même de connaître à fond les progrès réalisés depuis peu dans l'industrie électrothermique,

Dans une étude que nous avons nous-même publié, il y a quelque temps, dans *La Houille Blanche*, nous avons montré quel intérêt il y a à connaître les lois qui régissent les rapports de l'énergie hydraulique et de l'électro-chimie, si l'on veut arriver à établir des usines donnant les résultats qu'on a le droit d'espérer dans de pareils cas. Depuis que l'énergie des chutes d'eau est employée à l'alimentation des turbines et par suite à la mise en œuvre du matériel électro-chimique, les progrès réalisés dans cette branche de l'industrie ont été sans cesse en croissant, tant au point de vue des perfectionnements apportés à l'aménagement technique des appareils employés, qu'à la meilleure utilisation possible des chutes hydrauliques.

Mais il est encore une question qui laisse beaucoup d'électro-métallurgistes, et d'électro-chimistes, inexpérimentés dans l'emploi des meilleures dispositions à prendre pratiquement dans la construction des appareils d'électro-chimie industrielle et principalement dans celle des *électrodes*. Aussi a-t-on cherché depuis peu avec activité à préparer des substances capables de rendre tous les services possibles quant à leur conductibilité électrique et à leur résistance aux bains électrolytiques et aux produits de la réaction. Le *carbone artificiel* convient parfaitement à ces desiderata dans un grand nombre de cas, et M. Escard nous a donné dans son ouvrage de nombreux renseignements sur le graphite et les charbons électriques qui ne manqueront pas d'intéresser la plupart des électriciens.

Envisageant un autre côté de la question, l'auteur de cet ouvrage a également étudié toutes les variétés de carbone capables d'intéresser les industriels, en débutant par le diamant, carbone pur et cristallisé, puis en passant en revue les applications de cette substance.

Après un exposé général des propriétés des carbones, lequel a pour but de familiariser le lecteur avec le corps qui fait l'objet de son travail, M. Escard aborde l'étude du diamant suivie immédiatement de celle du *graphite*; l'auteur n'a pas craint d'insister sur les caractères physiques et chimiques de nombreuses variétés de cette substance, aussi bien artificielles que naturelles, et les gisements de ce minéral ont été décrits avec soin, ce qui n'avait pas encore été fait jusqu'ici.

Dans le chapitre qui suit, le lecteur pourra se rendre compte de l'intérêt qu'il y a à connaître les propriétés des carbones amorphes (noir animal, noir de fumée, charbon de cornue, coke, etc.) chaque variété se prêtant par cela même à des applications spéciales et nettement caractérisées. Les deux derniers chapitres consacrés à la houille revêtent une allure particulière; l'auteur n'a pas eu simplement en vue d'étudier ce minéral et ses propriétés, mais il a voulu décrire soigneusement les gisements dans lesquels on le rencontre, aussi bien en France qu'en Europe et dans les autres parties du monde. Enfin, on a cru intéresser les lecteurs en joignant à ce travail quelques considérations nouvelles sur l'épuisement des mines de charbon et sur le combustible de l'avenir.

Quoiqu'il en soit, M. Jean Escard a, en maints endroits, formulé ses propres hypothèses sur la *formation* de certaines variétés de carbone, parallèlement à celles que quelques auteurs ont déjà signalées; loin d'astreindre le lecteur à les accepter, il espère « que les nombreux travaux qu'il a pu suivre dans les mines, de même que les études particulières de gisements qu'il a maintes fois entreprises donneront au lecteur quelque confiance sur ses assertions ».

Nous sommes convaincu que cet ouvrage, le premier qui paraisse sur « l'industrie du carbone », acquerra auprès des industriels l'intérêt qu'il mérite, M. Escard ayant su, non seulement écrire avec détails les applications du carbone, mais aussi adopter dans son étude un plan méthodique qui le rend à la fois clair et attrayant.

E.-F. CÔTE.

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

*Le bilan d'un siècle (1801-1900)*. Alfred PICARD :

Tome III. *Agriculture, Industries Alimentaires*. Gr. in-8, 10 fr.

Tome IV. *Mines et métallurgie, chauffage et ventilation, éclairage, fils et tissus*. Gr. in-8°. 10 fr.

*L'année technique 1906*. A. DA CUNHA. Gr. in-8°. 3 fr. 50.

*Technological and scientific dictionary*. GOODCHILD et TWENEY. In-8°. 28 fr. 50.

*Die Kommulation bei Gleichstrom und Wechselstrom, Kommutatormaschinen*. ARNOLD et LA COUR. In-8°. 3 fr. 50.

*La Science hydrologique*. R. D'ANDRIMONT. In-8°. 5 fr.

L'Imprimeur-Gérant : P. LEGENDRE.