

LA HOUILLE BLAN

Revue générale des Forces Hydro-Electrique
et de leurs applications

Octobre 1902. — N° 6.

*La Houille noire a fait l'Industrie moderne ;
la Houille blanche la transformera.*

*Le présent numéro contient le compte rendu des Conférences de la **Section Technique**, des visites d'usines et du voyage en Suisse.*

*Le précédent numéro (Septembre) donnait le compte rendu et les discours de la Séance d'ouverture du Congrès, ainsi que le résumé des Conférences de la **Section Economique** avec leurs annexes (Textes de lois).*

LES RÉSULTATS DU CONGRÈS

AU POINT DE VUE DE
L'AVANCEMENT DE L'INDUSTRIE HYDRO-ÉLECTRIQUE

Quand on veut aménager une chute, avons-nous dit précédemment, il faut affronter trois ordres de difficultés : la prise de possession de l'eau motrice, l'exécution, toujours compliquée, des travaux d'aménagement, et la création du débouché de l'énergie résultante. On ne pouvait, dans l'étude de ces difficultés, faire autrement que de chercher d'abord la formule législative donnant la solution de la première ; c'est, en effet, la plus embarrassante, puisqu'on la trouve à l'origine de tout projet de création de forces hydrauliques ; la plus importante puisque l'on ne peut aborder les deux autres sans avoir préalablement résolu celle-ci ; enfin la plus immédiatement accessible, puisque sa solution dépend moins du progrès des choses que de la bonne volonté des hommes. Prédominante, la question législative fut donc, comme on devait s'y attendre, celle dont l'intérêt domina tous les travaux du Congrès et qui concentra sur la Section économique l'attention autant du monde industriel que des économistes et des jurisconsultes.

Mais la *Section technique*, pour n'avoir mis à l'ordre du jour que des questions dont la portée ne dépasse pas la sphère où s'enferment la science et l'art de l'ingénieur, n'en a pas moins, elle aussi, présenté un réel et très grand intérêt ; nous croyons d'autant plus utile de le faire remarquer qu'il a été plus effacé.

Les techniciens, dont la compétence fait autorité, qui ont montré comment, dans l'industrie de la houille blanche, se posent les problèmes de la meilleure utilisation d'un torrent, du transport électrique de l'énergie et de l'électrochimie, ont grandement contribué à l'approche de leurs solutions. N'est-il pas vrai qu'un problème bien posé est à moitié résolu ?

D'autre part les visites d'usines ont eu cette utilité frap-

pante que présentent les leçons de choses concrétant les théories ; elles étaient bien le complément indispensable des conférences de la Section technique ; il fallait que ceux dont les regards se tournent vers l'avenir de la houille blanche vissent, en même temps que l'énoncé des problèmes, les solutions déjà réalisées et celles poursuivies.

De l'analyse de ces conférences et de la vue d'ensemble de ces usines se dégage, à notre avis, cette impression très nette que nous sommes désormais en possession des méthodes définitives de captage des forces hydrauliques, mais que les moyens par lesquels doit se faire leur utilisation sont à perfectionner et, pour la plupart, encore à trouver. Nous ne craignons cependant pas de dire que cette constatation est très encourageante. Des trois termes que comporte le problème de la mise en œuvre des forces naturelles, la solution du premier, la législation, est affaire d'entente et non pas d'attente ; le second, l'exécution des travaux d'aménagement, si difficile soit-elle, est résolu ; il ne reste donc plus que le troisième, la création des débouchés ; son heure viendra, peut-être même plus tôt qu'on n'ose l'espérer, car — envers et contre tous les mécomptes — les inventeurs travaillent sans relâche à ce *Grand Œuvre*.

Mais laissons là ces considérations générales pour chercher à dégager, plus explicitement, des travaux de la section technique, les divers enseignements dont il importe de tirer profit.

* *

La série des conférences s'est ouverte par l'étude hydrologique des bassins de montagne : c'était l'ordre logique. Cette étude, à proprement parler, est toute à faire. Voyez l'embarras d'un industriel qui se propose d'utiliser un torrent : la première donnée à connaître, c'est le débit ; or, où trouver des renseignements précis sur cette base d'importance capitale ? Les services de l'Hydraulique agricole, de l'Administration forestière ou des Ponts-et-Chaussées, suivant la catégorie des cours d'eau, ne donnent que de rares jaugeages et, plus rarement encore, communiquent des graphiques de débit. Pour les rivières navigables, ces renseignements, quand on peut les avoir, comportent une approximation suffisante, mais, lorsqu'il s'agit d'un torrent, leur valeur est toujours sujette à caution et souvent nulle. MM. DE LA BROUSSE et R. TAVERNIER nous ont, en effet, montré comment le débit d'un torrent varie parfois de 1 à 50 et cela à des époques très différentes, et avec des périodes de durées assez variables elles-mêmes. Comment alors, se fier aux résultats de quelques jaugeages, lorsqu'il

s'agit de dériver un volume d'eau sur lequel doit être tablée l'alimentation régulière d'une usine ? La conclusion de ces savants ingénieurs, dont l'autorité s'appuie sur les missions spéciales dont ils sont chargés et qu'ils remplissent avec un zèle qui n'a d'égal que leur savoir — leurs communications au Congrès en font foi — est qu'il faut suivre jour par jour les variations de débit d'un torrent pour en connaître la *puissance industriellement utilisable*. Or, à part les travaux que poursuivent isolément les ingénieurs en chef des Ponts-et-Chaussées chargés de missions spéciales, il n'existe, en France, aucun service organisé ayant pour but l'étude systématique, permanente et complète des forces hydrauliques *utilisables*.

Les industriels, en présence de cette situation, ont cherché aide et conseil auprès des ingénieurs de l'Etat ; mais ceux-ci, souffrant eux-mêmes de l'imperfection des moyens de travail mis à leur disposition, se sont retournés vers les industriels pour leur demander de suppléer, par l'action de leur concours méthodique, au défaut d'organisation administrative. D'un commun accord, alors, ils ont décidé de se prêter un mutuel appui pour l'étude hydrologique des cours d'eau en pays de montagne, jeté les bases de cette étude, défini les éléments qui doivent rendre les résultats comparables et permettre leur coordination, convenu des méthodes à adopter.

N'est-ce pas là déjà un résultat très appréciable et dont le Syndicat des Forces Hydrauliques doit se féliciter ? Voici, il nous semble, ce que l'on peut appeler un problème bien posé ; sa solution n'est plus qu'une question de patience et de persévérance. N'eût-il abouti qu'à ce résultat, le Congrès valait d'être convoqué.

Mais, de plus, dans le même ordre d'idées pratiques et de faits accomplis, il nous a montré le bénéfice des travaux de régularisation des lacs. Les lacs sont des régulateurs de débit, tout le monde s'en doutait ; mais ce que l'on savait moins, c'est la façon dont ces régulateurs fonctionnent et comment il a fallu étudier leur régime d'alimentation et d'émission avant de parvenir à régler utilement le jeu de leur influence compensatrice. Grâce à la remarquable, nous dirons même prodigieuse, documentation du travail de M. CROLARD sur cette question, on sait maintenant ce que la régularisation d'un lac demande d'observations patientes, d'habileté et souvent même d'audace. Et quand, après avoir bien compris l'importance des difficultés vaincues, l'on se trouve en présence des travaux d'aménagement du lac Crozet et du bassin de Lancey, ce n'est pas seulement un brevet d'admiration que l'esprit décerne à l'auteur de cette œuvre modèle, mais encore un hommage de reconnaissance que le cœur adresse à l'initiateur qui a créé l'exemple grandiose et fécond.

L'utilisation des lacs est la plus belle conquête de la Houille blanche ; elle inscrit le nom de BERGÈS au livre de l'Immortalité.

Enfin, dans l'art d'aménager un torrent, des conférenciers, que leurs travaux ont investis d'une compétence indiscutable, nous ont exposé les meilleures méthodes de captage, et les visites d'usines nous ont fourni l'occasion de voir la preuve de la justesse de leurs vues, de la sûreté

de leurs calculs (1). Que la chute à utiliser se présente sous une grande hauteur avec un faible débit, comme à Chapareillan et à Vouvry, ou, inversement, qu'il s'agisse de dériver un gros débit sous une faible hauteur ; que le lit du torrent soit encaissé entre des murs de rochers abruptes, comme à Avignonet, ou s'élargisse en plaine, comme à Champ, les méthodes d'aménagement sont trouvées, infiniment variées dans leurs formules d'exécution, mais dont les principes paraissent définitivement fixés et vérifiés par une pratique déjà probante.

Et ce n'est pas l'un des moindres succès du Congrès que d'avoir ainsi montré au monde industriel que l'art de l'ingénieur s'attaquant à la mine blanche, pour être né d'hier, n'en est pas moins sûr que celui du mineur au pays noir.

Au point de vue électro-mécanique, c'est-à-dire sous le rapport de la transformation de la puissance motrice des chutes d'eau en énergie électrique, les travaux de la Section technique ni les visites d'usines ne nous ont révélé de faits nouveaux. Mais, si partout nous avons trouvé dans les salles de machines, l'application des derniers perfectionnements de la Mécanique et de l'Electricité, il ne s'en suit cependant pas que l'on n'en doive déduire aucun enseignement pratique. Cet enseignement, M. PICOU, avec sa longue expérience du montage et de la conduite des installations électriques l'a nettement dégagé : l'usine la plus rationnellement établie est celle qui *produit* le kilowatt au meilleur prix et non pas toujours celle qui l'a *installé* au meilleur marché ; il faut faire robuste et durable et savoir sacrifier le luxe à la commodité ; enfin, il faut se défier de la génération *directe* des hauts voltages car cette solution n'est généralement pas la plus sûre ni la plus économique.

Notre rôle ici n'est pas de critiquer ou de louer ce qui est fait ; cependant, nous pensons que ces conseils et cet enseignement empruntent des circonstances dans lesquelles ils ont été donnés une autorité dont plus d'un constructeur et bien des industriels tiendront compte à l'avenir.

Si maintenant nous considérons le transport électrique de l'énergie, nous trouvons que le Congrès a mis en évidence un événement — et nous croyons que c'est bien là le mot qui convient à la chose — dont on ne saurait présentement escompter toutes les conséquences. Nous voulons parler de la réapparition du courant continu pour les transports de force à grandes distances et à hautes tensions.

La création des courants polyphasés, le développement rapide de leurs applications, l'avaient repoussé au second plan et si bien qu'il semblait devoir être à jamais délaissé. On admirait les installations si parfaitement réussies par M. THURY à l'étranger, mais on les tenait généralement pour des tours de force auxquels nul autre constructeur que la Compagnie de l'Industrie électrique de Genève ne voulait se risquer. C'est à peine si l'on reconnaissait au *système*

(1) On lira d'autre part les communications de M. BOUCHER et de M. DROUHIN, ainsi que la description des usines qu'ils ont aménagées.

continu-série, l'avantage, en employant des lignes de transport d'un établissement moins coûteux, d'être aussi pratique et plus économique que les systèmes polyphasés pour transmettre *en bloc* de grosses puissances à de grandes distances. En tout cas on lui refusait tout autre considération.

Pendant ce temps, M. THURY, ingénieur tenace autant qu'habile mécanicien, continuait ses essais, et sa foi en la réussite complète nous a valu d'admirables découvertes. Les acclamations enthousiastes dont il fut salué lorsqu'il se présenta devant le Congrès pour lui offrir la primeur du résultat de ses dernières expériences, ont consacré le mérite des travaux qu'il poursuit avec un rare bonheur.

Il paraît donc *en certains cas* possible, avec le système continu-série, de n'employer qu'un seul fil de transport, en utilisant la terre comme conducteur de retour; par conséquent, toutes choses restant égales d'ailleurs, de doubler la portée du transport électrique de l'énergie. Ce résultat est-il définitif? Non, dit modestement M. THURY lui-même; il reste encore un grand nombre de difficultés à résoudre pour faire entrer cette application dans le domaine de la pratique industrielle. Quoi qu'il en soit, le principe d'un progrès que l'avenir développera est posé. C'est le fait nouveau, nécessaire et suffisant pour réhabiliter le transport par courant continu.

D'ailleurs, n'aperçoit-on pas déjà un mouvement de retour vers ce système que l'on a prétendu suranné? Un conférencier, M. BOISSONNAS, que rien ne peut faire soupçonner de partialité en faveur du courant continu puisque, dirigeant une grande installation de transport de force, il emploie le courant triphasé, ne les a-t-il pas mis en parallèle et conclu que, suivant les cas, l'un et l'autre ont leur raison d'être? Ce fait nous semble caractéristique en ce sens que, si l'on en revient à comparer les deux systèmes, c'est que le courant continu remonte dans l'estime des techniciens. Il y a moins d'un an cette comparaison n'eût pas été tentée devant un public compétent.

On comprend que cette question du choix du système occupe le premier plan de l'actualité, le transport de force étant, *à l'heure présente*, le plus important débouché de l'énergie hydro-électrique. La région de Grenoble offre l'exemple de ce qui s'est fait de plus grand, comme hardiesse et comme puissance, dans ce domaine en Europe; témoin, la ligne à 26000 volts commune aux deux usines de Champ et d'Avignonnet sur une longueur de 35 kilomètres et pouvant transporter plus de 20000 chevaux. Cette installation, qui n'est encore que la solution d'un cas particulier, nous fait néanmoins déjà prévoir comment pourra se faire, à l'avenir, la soudure des réseaux de distribution d'énergie dont les mailles couvriront les pays de houille blanche.

L'une des plus belles applications de l'énergie hydro-électrique à distance est, comme on le sait déjà, la traction électrique en pays de montagne. Tous les congressistes sauront gré à M. NOBLEMAIRE de l'amabilité avec laquelle il leur en a montré le plus bel exemple et fait apprécier les services. D'autre part, en suivant avec M. PETIT, le distingué directeur de l'Omnium Lyonnais, les progrès rapides de la traction électrique, nous sommes en droit d'en con-

clure que la voie est libre au développement de cette industrie.

*
**

Hélas, on n'en peut dire autant de l'Electrochimie. A l'origine, dès ses premières applications, l'aluminium, le carbure de calcium, il semblait qu'elle dût être rapidement le plus grand consommateur de houille blanche. Aujourd'hui, comme si elle était honteuse des promesses qu'elle n'a pas tenues, elle se cache et refuse d'ouvrir les portes de ses usines aux visiteurs. A vrai dire, elle a raison. Ses procédés sont en état d'élaboration ou en évolution et de leur essor discret dépend l'existence de certaines usines électrochimiques. Les garanties de propriété industrielle que la loi française accorde aux brevets d'invention, sont purement illusoires lorsqu'il s'agit de ces procédés dont, le plus souvent, la valeur tient à ce que l'on nomme communément des *tours de main*. Les usines font donc bien de s'entourer de secret; en protégeant leur fabrication contre toute indiscretion, elles assurent leur existence propre en même temps qu'elles conservent à notre industrie nationale un moyen de prépondérance.

Mais, par contre, c'est précisément ce silence dont on entoure tout ce qui touche à l'électrochimie industrielle, qui nuit à son avancement. Comme nous l'avons déjà dit plusieurs fois, et nous espérons nous faire excuser de le répéter encore parce que nous croyons qu'il importe de sortir de ce cercle vicieux, le chercheur est isolé, sans moyen de mettre au point ses procédés au sortir du laboratoire, avant de les proposer à l'usine. Il nous semble qu'un établissement dans lequel les chercheurs, pour faire cette mise au point, trouveraient l'outillage qui leur fait défaut maintenant, serait une pépinière de découvertes utiles au progrès de cette industrie (1). L'existence matérielle d'un tel établissement ne nous semble pas un problème insoluble.

Si nous examinons avec M. GALL l'état actuel de ce débouché de l'industrie hydro-électrique en France, nous voyons l'électrometallurgie de l'aluminium définitivement entrée dans la voie de la fabrication commerciale, celle du fer dans la période de tâtonnement et l'électrochimie des chlorures alcalins limitée par le peu d'emplois du chlore. Le carbure de calcium, à l'encontre de ce que beaucoup s'imaginent, est loin d'être abandonné.

Mais l'impression qui se dégage de ce que l'on a vu grâce au Congrès, c'est que, malgré ses usines très nombreuses, immenses et toutes remarquablement installées — au point de vue hydro-électrique du moins, — au surplus avec de très grosses réserves de puissance mécanique, cette industrie semble languissante et sans ressort. Est-ce à dire qu'elle soit condamnée à la déchéance, à l'exception des quelques usines privilégiées qui ont su les premières s'emparer des débouchés disponibles? Nous ne le croyons pas. Nous avons dit plus haut que les chercheurs n'abandonnent point la partie; perfectionnement sur perfectionnement, lentement et irrégulièrement, ils édifient des faits qui constituent des édifices, souvent renversés, mais dont les matériaux restent

(1) Nous voulons parler des procédés électrochimiques proprement dits et non pas des grands essais d'électrometallurgie qui ne peuvent être abordés que par de puissantes sociétés métallurgiques.

et à nouveau servent à de plus heureux constructeurs. Il arrivera bien un jour où l'édifice sera stable et, ce jour-là, l'électrochimie deviendra notre plus active et notre plus riche industrie. Ne désespérons donc pas et tournons au contraire tous nos efforts de ce côté.

*
* *

En voyant la diversité des moyens employés pour produire ces forces motrices colossales et la variété de leurs applications, on comprend mieux les difficultés qu'ont dû vaincre leurs créateurs, leur effort gigantesque et la grandeur de leur œuvre. Au contact de ces difficultés, par la connaissance approfondie de cet effort, on acquiert une opinion plus nette, plus juste, sur la nature de l'appui qui doit être accordé à cette jeune et déjà si puissante industrie de la Houille blanche.

Sans doute, ces discussions savantes, ces études techniques, ces leçons de choses, n'ont pas donné sur l'heure un résultat tangible, mais elles ont semé des germes de progrès qu'un avenir prochain verra lever si l'Etat les dégage de toute oppression.

De cette semence ainsi jetée dans le champ industriel de notre Pays, il faut remercier le Syndicat des Forces hydrauliques, l'habile initiateur du Congrès; les fruits qu'il portera c'est à lui que nous les devons. Nos félicitations pour la parfaite exécution matérielle de tout ce qu'il avait si bien organisé, nous les lui adressons sincèrement; mais ce dont nous le louons par dessus tout c'est d'avoir provoqué ce grand mouvement d'opinion qui ouvre une ère nouvelle dans la marche en avant de notre industrie nationale.

E.-F. CÔTE.

COMPTÉ-RENDU DU CONGRÈS

SECTION TECHNIQUE

Président : M. HARLÉ, ingénieur, Président de la Société internationale des Electriciens, Président d'honneur du Congrès.

Vice-président : M. CORNUAULT, ingénieur, Président du Syndicat de l'Industrie du Gaz en France, vice-président du Congrès.

Secrétaire : E.-F. CÔTE, ingénieur à Lyon, rédacteur en chef de *la Houille Blanche*.

Résumé des Conférences

ÉTUDE HYDROLOGIQUE D'UN BASSIN DE MONTAGNE

(Résumé de la conférence faite au Congrès)

Par M. DE LA BROSSE

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées

Lorsque l'on tente d'opérer un recensement des forces hydrauliques d'une région montagneuse, on s'aperçoit immédiatement que la détermination d'un des éléments dyna-

miques des cours d'eau est entourée de grandes difficultés pratiques.

La puissance hydraulique est définie par deux facteurs : la pente et le débit. Or, s'il est généralement facile d'obtenir la pente par des opérations simples et rapides, ou même par un coup d'œil plus rapide encore sur une carte, il en est tout autrement du débit, et la première impression, dans les recherches de ce facteur, est plutôt décourageante. On ne possède que fort peu de déterminations précises; dans la région des Alpes, la plupart des grandes installations hydro-électriques récentes se sont faites sur la foi de jaugeages sommaires, très peu prolongés, souvent même restreints à une ou deux mesures de vitesses superficielles par flotteurs, aussi les écarts sont-ils grands entre les chiffres donnés, par divers intéressés, pour les débits d'étiage de certains grands cours d'eau, tels que le Drac.

Il serait évidemment très désirable d'organiser un système de mesures en vue de combler cette lacune, et cela ne paraît pas impossible si les divers intéressés veulent bien se prêter mutuellement le concours de leurs moyens d'action respectifs, comme nous le dirons plus loin.

Les méthodes de jaugeage les plus usuelles reposent sur l'emploi des déversoirs, des hydromètres (1) et des flotteurs de surface ou lestés.

Déversoirs. — Les déversoirs jouissent, en général, d'une confiance justifiée, mais ils ne la méritent que lorsqu'ils reproduisent exactement les dispositions types des expériences qui ont servi à déterminer le coefficient empirique m , qui figure dans la formule :

$$q = m \omega \sqrt{2gh} \quad (1)$$

qui donne le débit en fonction de la section ω et de la charge h mesurée entre le seuil et le niveau de l'eau tranquille en amont de l'orifice.

Les expériences classiques de Poncelet et Lesbros ont donné la valeur de m pour des déversoirs en mince paroi, longs de 0^m 20 et de 0^m 60 et pour des charges inférieures à 0 m. 30 ($m = 0,375$); celles de Boileau ($m = 0,429$) ont étendu notablement l'échelle des longueurs pour des déversoirs à contraction latérale nulle (jusqu'à $l = 1,60$). Hirn a opéré sur des seuils étendus de 3 et de 9 mètres ($m = 0,43$), Graeff sur un seuil de 1^m 50 au Furens et sur un autre de 10 m. ($m = 0,45$) avec paroi épaisse (0,15). Enfin M. Bazin a donné, à la suite d'expériences précises et très prolongées, une série complète de coefficients pour des seuils de 1,50 et de 2,00, dans des conditions variées auxquelles on peut ramener la plupart des cas. Quelques auteurs (Boileau notamment) ont aussi donné des formules applicables aux barrages obliques ou en forme de chevrons qui ne sont guère usitées.

Malgré le nombre considérable de ces déterminations et peut-être même à cause de leur multiplicité, l'on n'en est pas moins assez embarrassé toutes les fois qu'il s'agit de faire

(1) Nous ne saurions énumérer, dans cet exposé sommaire, tous les procédés de jaugeage qui ont été appliqués ou indiqués par divers auteurs; il en est de fort ingénieux (mesures des températures, emploi de solutions salines titrées, etc., etc.), mais leur simple énumération nous entraînerait trop loin.