

# LA HOUILLE BLANCHE

Revue générale des Forces Hydro-Electriques  
et de leurs applications

3<sup>e</sup> Année. — Mai 1904. — N<sup>o</sup> 5.

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

## Les Forces hydrauliques des Pyrénées

Nous empruntons au magnifique volume du « COMPTE RENDU DES TRAVAUX DU 2<sup>e</sup> CONGRÈS DU SUD-OUEST-NAVIGABLE », volume qui vient de paraître à Toulouse et dont on trouvera plus loin l'analyse bibliographique, quelques notes qui présentent beaucoup d'intérêt pour les lecteurs de *La Houille Blanche*. Elles complètent les conférences et comptes rendus que nous avons déjà publiés l'année dernière au moment de ce Congrès (1).

Voici d'abord textuellement la communication de M. MARCHAND, directeur de l'Observatoire du Pic du Midi.

### L'ÉNERGIE MÉCANIQUE TOTALE SUR LE VERSANT FRANÇAIS DES PYRÉNÉES

« On peut obtenir assez facilement une évaluation approchée de cette énergie par une méthode dont je me borne à indiquer ici le principe.

« En un point quelconque du versant français des Pyrénées, il tombe annuellement une quantité d'eau (pluie ou neige) qui dépend surtout de l'altitude de ce point. Cette eau est en partie évaporée, mais une partie importante ruisselle sur les pentes du versant, descend du point où elle est tombée jusqu'à un niveau inférieur (celui des plaines sous-pyrénéennes ou celui de la mer), en développant un travail qu'il est facile d'évaluer quand on connaît le poids de cette eau et la différence de niveau entre le point où elle a été recueillie et le point où elle arrive finalement. On peut établir des relations mathématiques approchées : 1<sup>o</sup> entre l'altitude d'un point et la hauteur annuelle de pluie ou neige recueillie sur ce point (d'après les observations pluviométriques) ; 2<sup>o</sup> entre l'altitude d'un point et le travail mécanique développé par la descente des eaux pluviales reçues en ce point jusqu'à un niveau inférieur donné.

« Ces relations étant établies pour un point, on peut ensuite chercher le travail total développé par la descente des eaux sur les pentes d'un versant dont les dimensions et les différences de niveau sont données.

« Dans cette évaluation, dont le but n'est que d'arriver à des résultats approchés, on néglige les détails des reliefs pour ne considérer que des plans inclinés partant des crêtes de la haute chaîne et aboutissant aux niveaux de plaine ; il y a alors compensation (dans les limites de l'approximation à obtenir) entre les divers détails de reliefs négligés.

« En faisant cette « intégration » approximative pour les diverses régions du versant français des Pyrénées, on arrive rapidement à se faire une idée de l'ordre de grandeur de l'énergie totale des eaux qui ruissellent sur l'ensemble du versant.

(1) Voir *La Houille Blanche*. Conférence de M. ADER sur : « La Houille blanche dans les Pyrénées », juin 1903, page 157. « A propos de la dégradation du Puy-de-Dôme », B. BRUNNES, même numéro, page 167. « La lutte pour et contre l'eau », L.-A. FABRE, même numéro, page 177. « La question du reboisement des Pyrénées au Congrès du Sud-Ouest-Navigable », S. GUÉNOT, juillet 1903, page 190. « Observations sur le régime des gaves de la région d'Oloron », P. BUFFAULT, même numéro, page 203. « Nos lois forestières », P. BUFFAULT, septembre 1903, page 275. Etc.

« Je répète qu'il ne s'agit pas, par cette méthode, d'obtenir un résultat *précis*, dont l'intérêt serait pour le moment assez secondaire; il s'agit seulement d'arriver à quelques chiffres *frappants*, montrant l'énorme valeur de l'énergie développée par le ruissellement des eaux dans les Pyrénées, énergie qui est actuellement presque entièrement perdue.

« On doit naturellement déduire du travail ainsi calculé celui qui correspond à la portion de l'eau qui s'évapore. On devrait aussi (pour arriver à évaluer le travail *pratiquement utilisable*) en déduire l'énergie des *ruissellements supérieurs*.

« Il est relativement facile de faire la première déduction; il est beaucoup plus difficile de faire la seconde.

« Voici les résultats auxquels on arrive : déduction faite de l'évaporation, l'énergie totale des eaux qui descendent sur le versant français des Pyrénées est, en chiffres ronds, de 8 millions de chevaux-vapeur.

« On s'en fera une idée plus concrète en remarquant qu'elle correspond au travail de 26 000 locomotives (supposées de 300 chevaux chacune) circulant nuit et jour.

« Quant à l'énergie *pratiquement utilisable*, il est fort difficile de l'évaluer; le mot « pratiquement » n'a, en effet, qu'un sens tout relatif, car telle chute d'eau considérée actuellement comme difficile à exploiter sera peut-être utilisée dans la suite des temps, lorsque toutes les chutes placées dans les meilleures conditions auront été successivement mises au service de l'industrie.

« Le fait à retenir pour le moment est que la « houille blanche », dans les Pyrénées françaises, développe assez d'énergie pour mettre en mouvement un nombre colossal d'usines » (1).

(1) Il est instructif de rapprocher de ce calcul les renseignements fournis par M. ADER, ingénieur des Ponts-et-Chaussées à Narbonne, dans sa conférence au même Congrès et que nous avons publiée *in extenso* dans le n<sup>o</sup> de juin 1903.

Au sujet de ce que l'on connaît de ces forces, il dit : « Il n'a jamais été fait d'évaluation générale des forces motrices disponibles dans les Pyrénées. Quant aux forces déjà aménagées, elles ont fait l'objet d'un travail statistique très important dressé par le Service de l'Hydraulique agricole et dont les résultats généraux ont été analysés par M. Turquan.

« De ce travail il résulte que, dans les six départements frontières (Ariège, Aude, Haute-Garonne, Basses-Pyrénées, Hautes-Pyrénées et Pyrénées-Orientales), les usines hydrauliques existant en 1890 sur les rivières non navigables ni flottables, représentaient une puissance brute totale de 93 401 chevaux, répartie en 5 728 usines dont la puissance moyenne n'était ainsi que de 17,7 chevaux-vapeur; les machines à vapeur installées dans la même région ne représentaient qu'une puissance totale de 16 229 chevaux....

« Nouvelle appréciation sommaire. Ce n'est que par un travail très important et de longue haleine que l'on pourrait arriver à être fixé exactement sur l'importance des chutes d'eau pyrénéennes susceptibles d'être *pratiquement* aménagées, et il serait tout à fait téméraire de vouloir dès maintenant en tenter l'évaluation. Il m'a paru cependant intéressant de tâcher de réunir quelques éléments d'appréciation de la situation d'ensemble de nos cours d'eau. Tout d'abord, j'ai fait une estimation très sommaire de la puissance potentielle disponible, en temps d'étiage, dans chacun des bassins pyrénéens, sans distinguer ce qui, dans cette puissance est, ou non, susceptible d'utilisation industrielle; je me suis contenté pour cela de multiplier, pour chaque cours d'eau, le *débit d'étiage* par la différence d'alti-

## DE L'EMPLOI DES FORCES HYDRAULIQUES DU LOT PAR L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Résumé de la communication de M. L. AUTESSERRE, vice-président du Comité du « Lot navigable »

L'auteur veut amener les pouvoirs publics à donner satisfaction aux intérêts économiques desquels dépend la prospérité des départements traversés par le Lot et qui ont pour facteur indispensable la reconstitution de la navigabilité de cette rivière

Les documents statistiques de la consommation de houille sur la place de Bordeaux accusent annuellement un million de tonnes sur lesquels un dixième à peine est de provenance française; tout le reste, soit 900 000 tonnes environ est du charbon anglais. Ce fâcheux état de choses subsiste depuis de longues années, bien que la Compagnie d'Orléans, en vue de concurrencer la production étrangère, ait abaissé le tarif plein de Decazeville à Bordeaux, qui est de 13 francs par tonne, à 6 fr. 50, soit à son extrême limite; au-dessous de ce prix, la Compagnie serait en perte.

M. AUTESSERRE a la preuve matérielle que, si le prix pouvait ne pas dépasser 5 francs par tonne, la houille française entrerait au moins pour moitié dans la consommation de la place de Bordeaux. Or, d'un projet étudié par les ingénieurs les plus compétents, il résulterait qu'on peut compter abaisser le prix de transport de Bouquiès à Bordeaux au-dessous de 4 francs par tonne, tout en réservant un bénéfice de 1 fr. par tonne à l'entreprise de traction électrique.

Ce résultat si désirable, non seulement dans l'intérêt des localités industrielles des houillères de l'Aveyron, aux portes du département du Lot, mais encore et surtout dans celui des populations de la vallée de la rivière du Lot, serait certainement obtenu en utilisant la voie navigable; on ne peut, en effet songer à utiliser la voie ferrée, attendu qu'au-dessous de 6 fr. 50 par tonne la Compagnie perdrait la différence. C'est une erreur de croire à une hostilité de la part de la Compagnie d'Orléans; la rivière n'est pas l'ennemi du chemin de fer, elle doit être au contraire son auxiliaire.

Les deux voies de transport ne répondent pas absolument aux mêmes besoins : le chemin de fer est destiné au transport des marchandises peu encombrantes, d'un poids relativement faible et qui demandent une certaine rapidité soit par leur nature, soit par leur destination. La rivière, au contraire, sera réservée aux marchandises lourdes, encombrantes, d'une valeur peu importante, et qui n'exigent pas un transport rapide. Tel serait le cas pour les charbons, les bois, les matériaux de construction et les produits de l'agriculture de la région, qui se transportent en grande masse et ne risquent pas de se détériorer pendant le trajet. Le fret par chemin de fer étant beaucoup plus élevé que par bateau, obliger ces produits à emprunter la voie ferrée est presque toujours un obstacle, sinon un empêchement absolu, à leur transport : la batellerie de la rivière en souffrira et le chemin de fer n'y gagnera rien. Si donc la navigabilité et la batellerie du Lot étaient rationnellement organisées, cette dernière pourrait prendre

tude entre son extrémité aval et le niveau moyen du bassin versant (limité au-dessus de la cote 200 mètres). Mon calcul n'a, d'ailleurs, porté que sur les rivières pyrénéennes proprement dites et j'ai laissé en dehors celles qui descendent du Plateau central. Je suis ainsi arrivé à un total de 1 200 000 chevaux-vapeur, qui correspondent sensiblement à une puissance de 2 000 000 chevaux en eaux moyennes....

« J'ai fait ensuite une enquête très minutieuse dans les divers centres pyrénéens pour évaluer, d'une part, l'importance des chutes supérieures à 100 chevaux déjà aménagées et, d'autre part, celles qui ont déjà été envisagées comme susceptibles d'aménagement pratique immédiat et pour lesquelles les études sur le terrain ont été faites.

« Je suis arrivé, pour les premières, à un total de 31 837 chevaux, répartis en 90 usines, et pour les secondes 133 500 chevaux, répartis en 33 chutes .. »

dans le bassin houiller de l'Aveyron et dans les centres de tout son parcours les charbons, les marchandises encombrantes et les transporterait à Bordeaux où elles n'arrivent pas aujourd'hui et, au retour, ramener des engrais, des bois du Nord et bien d'autres produits qui demeurent perdus ou font supporter à l'agriculture de la région des frais de transport écrasants.

L'auteur se demande donc si, indépendamment de l'insuffisance reconnue de l'état de navigabilité du Lot, la situation, au point de vue matériel, de sa batellerie permettrait un développement efficace à la navigation qu'il réclame. Il ne suffit pas, dit-il, de créer des canaux, d'améliorer des cours d'eau, il faut encore que la batellerie sache bien tirer parti des ressources nouvelles mises à sa disposition.

C'est une industrie encore dans l'enfance qui doit transformer les modes primitifs de traction, dont elle a fait jusqu'à ces derniers temps un usage à peu près exclusif. Le halage à la corde, à traction de cheval ou de mulet, parfois même avec traction d'hommes, sont des modes trop lents, coûteux, voir même inhumains. Une réforme absolument nécessaire s'impose : c'est la substitution de la traction électrique à ces modes de traction archaïques. Avec la traction animale la vitesse moyenne kilométrique, compris le passage des écluses, est de 1 200 mètres à l'heure; elle n'est que de 850 mètres par le halage à bras d'homme. M. Berget, ingénieur en chef de la Navigation du Lot, estime qu'avec son système de traction électrique on atteindra une vitesse commerciale de 3 500 mètres minimum à l'heure.

L'électricité, qui a déjà réalisé tant de merveilles, doit réussir là où les moteurs animés — l'homme, les bêtes de trait et de somme — ont échoué; quoique cette force soit encore incomplètement disciplinée, partout les inventions se succèdent plus surprenantes les unes que les autres. Des forces naturelles délaissées pour la houille noire vont être de plus en plus utilisées. « En créant des usines électriques sur notre « rivière, il nous sera facile, après avoir distribué aux accu- « mulateurs de notre batellerie l'énergie nécessaire, d'ap- « ter ici la lumière, là la force motrice soit à des lignes de « tramways, soit à de grandes usines, soit encore à une infi- « mité de petites industries, de petits ateliers... Quel progrès « le jour où nous serons parvenus à utiliser à grande distance « les chutes d'eau, forces naturelles de notre rivière inutili- « sées!... Ce sera toute une révolution économique et sociale « dans maintes branches du travail industriel; l'atelier do- « mestique sera reconstitué et avec lui la vie de famille, « principal élément de bonheur et de prospérité. »

L'utilisation de la rivière du Lot qui, par sa situation, son étendue, ses conditions de pente et de débit, constitue un moyen de transport bénéficiant d'avantages naturels des plus remarquables, était tout indiquée. Aussi n'est-il pas surprenant que les ingénieurs se soient attachés à retirer tout le parti possible de cette situation, en complétant l'œuvre de la nature par un certain nombre d'améliorations indispensables à sa navigabilité. On a d'abord effectué des travaux de régularisation très importants; on s'est efforcé ensuite d'unifier la profondeur du lit de la rivière sur tout son parcours, de manière à permettre la marche régulière des bateaux.

Malgré ses multiples avantages, ses nombreux barrages et ses superbes écluses, la navigation du Lot périclité depuis 1865, c'est-à-dire depuis l'époque de l'ouverture des chemins de fer. C'est ainsi qu'on voit le tonnage transporté sur le Lot tomber de 191 676 tonnes en 1857 à 33 994 tonnes en 1894. La décroissance de la navigation paraît donc bien correspondre à l'ouverture des voies ferrées. « Doit-on, dit M. Autesserre, abandonner la dépense de 21 millions et demi qui ont été absorbés par les travaux d'amélioration et de canalisation de notre rivière et laisser continuer les frais d'entretien s'élevant à la somme annuelle de 220 000 francs environ? » Non, répondit-il. On a prétendu que le rôle de

la navigation du Lot était fini, à cause de la supériorité des chemins de fer. C'était, ajoute-t-il, une illusion excusable lors de l'enthousiasme excité par les premiers succès des voies ferrées, mais aujourd'hui on s'accorde unanimement à reconnaître que les voies navigables et les chemins de fer sont destinés non à se supplanter, mais à se compléter.

De Bouquiès (Aveyron) à Aiguillon (Lot-et-Garonne), le Lot offre une voie navigable de 256 kilomètres; sur ce parcours, il existe 73 écluses. A Bouquiès, la rivière coule à la cote d'altitude 170; à Cahors, à la cote 122; à Fumel, 65; à Aiguillon, 22; soit une dénivellation totale de 150 mètres.

Le débit du Lot à l'étiage est de 10 mètres cubes environ; la *force motrice brute* totale que représente l'ensemble des chutes d'eau créées sur le parcours indiqué est en nombre rond de 20 000 chevaux; un quart au plus de cette puissance respectable, soit 5 000 chevaux seulement, est concédé à l'industrie. La puissance moyenne créée par chaque barrage est de 275 chevaux environ à l'étiage.

Par son extrémité amont, le Lot canalisé traverse le bassin houiller de l'Aveyron dans toute sa longueur: la production annuelle atteint plus d'un million de tonnes et peut être dépassée dans une large mesure (il y a dans le bassin 200 millions de tonnes de charbon reconnues); par son extrémité aval, il débouche dans la Garonne, à proximité de Bordeaux. Cette ville consomme environ un million de tonnes de houille.

Voilà, certes, une situation heureuse et pleine de promesses.

Que les charbons étrangers soient chassés de Bordeaux — ce qui sera possible avec la nouvelle batellerie, car l'envahissement continu des marchés de notre pays par les houilles anglaises provient uniquement des prix de transport trop élevés auxquels sont assujettis les charbons français — ce sera alors 300 000 tonnes que le bassin houiller de l'Aveyron produira en plus, et c'est 2 millions de salaires que gagneront en plus les mineurs de la région.

Dans un remarquable projet, M. Berget se borne à faire ressortir les services que doit rendre la batellerie nouvelle et les avantages qui en seront la conséquence. Mais, comme le fait remarquer M. Autesserre, la Chambre de Commerce représentant les intérêts industriels et commerciaux du département doit assumer la mission d'agrandir le rayon d'action de ce projet. Il y a lieu, dit-il, d'y ajouter l'emploi de cette puissance de 15 000 chevaux non utilisés, puissance qui sera si bien employée à l'éclairage des villes et des centres d'habitation situés sur le parcours de la rivière et qui en outre, distribuée partout pour l'utilisation industrielle, donnera à la contrée une animation inconnue jusqu'à ce jour.

Aux nombreuses ressources que fera renaître sur son parcours la batellerie électrique viendra donc s'ajouter le produit des usines qui y seront construites. M. Berget en indique six dans son projet, mais il sera peut-être bon d'en établir davantage, car la Compagnie concessionnaire trouvera là quantité d'éléments de rémunération, ainsi que le prouve le produit de celle déjà construite sur le Lot à l'écluse de Capdenac.

Cette usine distribue: 1° La lumière à Capdenac, ville et gare, aux villes de Penchot, Viviez, Aubin, le Gua et Cransac, et bientôt à Decazeville et même à Figeac; 2° l'énergie électrique à des industriels de Capdenac, aux moteurs amenant l'eau à la gare des voyageurs, aux ateliers et au dépôt, aux plaques tournantes, gare et machines, aux laminoirs de l'usine à zinc de Penchot, et à l'usine à zinc de la Vieille-Montagne, à Viviez. Cette première usine électrique qui utilise à peine 200 chevaux de force réalise déjà, dit-on, 52 000 fr. de recettes dès la troisième année. Ceci laisse à prévoir le bénéfice qu'on pourra retirer de l'utilisation de toute l'énergie de la rivière.

Des études très sérieuses démontrent que le Lot, dans peu de temps, reviendra facilement à la vie et qu'en rétablissant sa navigabilité, la batellerie nouvelle, transformée par la

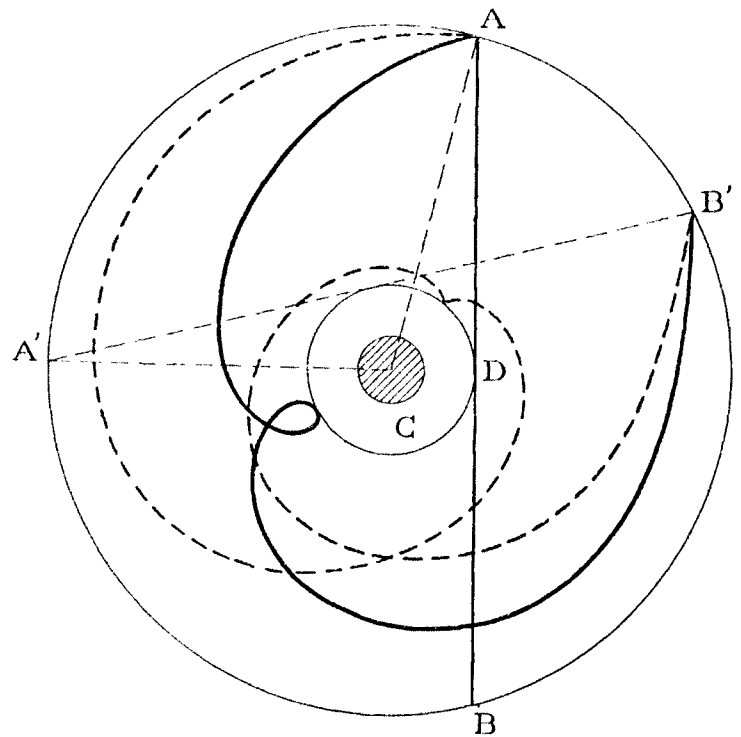
fraction électrique, reprendra un essor inconnu sur ses rives. La création d'usines électriques sur son parcours ne manquera pas en outre de faire naître partout, par l'utilisation industrielle, des éléments d'activité qui développeront: population, richesse et fertilité là où règnent maintenant la solitude et la plus profonde misère!...

## TACHYMÈTRE ENREGISTREUR

du Commandant AUDEBRAND

Les compteurs de tours ordinaires sont parfois chers, souvent inexacts et, tout en fatiguant l'attention de l'opérateur, ne laissent pas de traces de leurs lectures. Les appareils enregistreurs combinés jusqu'ici sont en général délicats, peu faciles à transporter ou à improviser, et d'un prix élevé. M. le commandant AUDEBRAND, bien connu de nos lecteurs, s'est préoccupé de ces difficultés d'ordre pratique et s'est proposé de construire un appareil peu coûteux, facile à improviser en tout lieu, et capable de donner le nombre de tours d'un arbre horizontal, avec une approximation au moins égale à celle qu'exige la pratique industrielle.

A cet effet il cale sur l'arbre C, dont il veut connaître les tours, un disque vertical en bois blanc recouvert d'une



feuille de papier. Devant ce disque, et selon une verticale AB située à une distance CD du centre C, sensiblement égale au  $\frac{1}{4}$  du rayon du disque, il fait tomber d'une hauteur  $h$ , choisie dans chaque cas au-dessus du point A du disque, un poids porteur d'un pinceau imbibé d'encre. Au moment où le pinceau passe devant le disque son mouvement vertical se combine avec la rotation de ce disque. Il s'inscrit dès lors sur la feuille qui couvre celui-ci une courbe dont le commencement correspond à l'instant où le pinceau était au niveau A et dont la fin marque celui où il était au niveau B. Or rien n'est plus aisé que de mesurer l'arc A A' B B' A A' décrit par le disque pendant