

valeur technique et de remarquables travaux, MM. de la Brosse et Tavernier, d'étudier le régime complet des eaux dans les massifs montagneux de la France.

Cette marque d'intérêt pour l'avenir des industries hydrauliques laisse espérer que l'Administration aiderait à la création d'un laboratoire où serait étudié l'ensemble des questions relatives à la meilleure utilisation de nos chutes d'eau.

Mais il semblerait nécessaire que l'initiative de cette fondation fût prise par les intéressés. Ceux-ci sont nombreux, parmi les lecteurs de *La Houille Blanche*, et c'est à leur bienveillante attention que, l'occasion s'offrant, nous soumettons ce projet.

Augustin BLANCHET,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

La Houille Blanche, qui depuis sa fondation fait appel au concours de ses lecteurs pour seconder la Commission des Essais de turbines hydrauliques, se joint à M. Blanchet pour inviter les hydrauliciens à réaliser la fondation qu'il préconise si justement.

N. D. L. R.

LA RICHESSE DU RHÔNE et son utilisation

(Suite et fin)

Rhône navigable — Je suppose que la question du Rhône « navigable », qui suffirait à absorber le temps que vous pouvez m'accorder ce soir, vous est familière. Je ne la traiterai donc pas avec toute l'ampleur qu'elle mérite.

Le rôle économique du Rhône dans l'organisation générale des transports est tellement restreint par rapport à ce qu'il devrait être, que c'est un sujet d'étonnement, on peut le dire, universel. J'ajouterais même que cet étonnement se manifeste au loin plus vivement encore que sur les bords du fleuve. Il est bien impossible que les Lyonnais et les autres riverains du Rhône principalement intéressés ne commentent pas à se blâmer sur un sujet rebattu jusqu'à la satiété sans qu'il sorte de tant de discussions des résultats tangibles.

C'est dans un rapport d'ensemble sur les voies navigables de France, récemment présenté à la Chambre de Commerce d'Orléans par M. Arnodin, que je trouve défini, de la façon la plus vive, le rôle que devraient jouer Lyon et le Rhône dans l'organisation des transports.

Faisant allusion aux projets suisses, dont je vous disais un mot en commençant, M. Arnodin ajoute que cependant « le nœud navigable de l'Europe centrale est Lyon et non pas Bâle ; la grande voie internationale d'eau douce faisant suite au canal maritime de Suez pour gagner le Nord de l'Europe est : Marseille, Lyon, Paris, Rouen, le Havre ; celle pour gagner l'Atlantique : Marseille, Lyon, Saint-Etienne, Roanne, Orléans, Nantes, Saint-Nazaire et, plus au sud, Marseille, Beaucaire, Toulouse, Bordeaux ».

Que faudrait-il faire ? Il faudrait, c'est toujours M. Arnodin qui parle, non pas en Lyonnais mais en Français envisageant l'intérêt général du pays et s'occupant, ne l'oubliez pas, de l'ensemble des voies navigables de la France : « il faudrait, premièrement, se hâter d'ouvrir le canal latéral du Rhône, y compris le raccordement de Marseille au Rhône, actuellement en construction ; car le tronçon principal qui empêche le corps entier d'être viable est le Rhône sur lequel ne peut s'effectuer malheureusement qu'une navigation précaire ».

Sur cette question du Rhône navigable, vous savez que deux courants d'opinion bien tranchés se sont manifestés. Les uns croient, avec M. Arnodin, qu'il n'y a plus rien à faire du Rhône actuel, du Rhône amélioré, autant qu'il était possible de l'espérer par les travaux si réussis de M. Girar-

don (1). A ceux qui pensent ainsi, le développement insignifiant du tonnage transporté par le Rhône, fournit le meilleur des arguments : l'argument de fait (2). Les autres, sans nier aucunement la supériorité d'un canal sur un cours d'eau aussi impétueux que le Rhône, s'inquiètent surtout des possibilités financières et voudraient qu'on cherchât à tirer un meilleur parti de l'outil avant de le mettre au rebut. Ces derniers ne manquent pas, non plus, de bonnes raisons. Le Rhône, dépourvu de ports et de moyens de tractions publics, n'est pas, en réalité, ouvert à la batellerie générale. Le développement de son trafic est limité par la lenteur avec laquelle la seule Compagnie navigant sur le Rhône augmenta sa flotte et ses installations. D'autre part, la voie navigable Rhône-Saône, artère unique de Saint-Louis à Chalon, est isolée par la politique de la Compagnie P.-L.-M. des sources de trafic qui ne sont pas situées sur des bords. Faute de raccordement avec les voies ferrées, elle ne dessert ni les bassins houillers de la région, ni les industries métallurgiques de Saint-Etienne, ni les industries de houille blanche qui se multiplient dans les Alpes. Si l'on parvient à faire du Rhône une voie réellement ouverte à tous, en y créant des ports publics raccordés, et des services publics de traction, on peut espérer que le trafic se développera sur le Rhône comme il s'est développé sur les fleuves allemands dont les conditions de navigabilité ne sont pas supérieures.

Ces idées opposées se sont heurtées avec éclat au Congrès des Chambres de Commerce qui s'est tenu à Lyon en 1899, sous la présidence de M. Isaac. Notre cher collègue a dû déployer les éminentes qualités que vous lui connaissez, et qui font de lui le plus achevé des Présidents, pour contenir les ardeurs des représentants du Midi soulevés contre le Rhône « navigable », accusé de faire du tort au Rhône « agricole ». On a finalement confié le soin de concilier ces vues contradictoires à l'Office des transports dont on décidait la création.

Voici sur quelles bases l'Office, s'acquittant de son mandat, s'est efforcé de faire concorder les efforts des Chambres de Commerce du Sud-Est.

Aux partisans impatientes du canal latéral, il a rappelé la grandeur de l'œuvre, le temps nécessaire pour dégager par des études complexes la meilleure solution, les délais plus longs encore indispensables pour mettre sur pied les combinaisons financières. Il est sage, en attendant, de ne pas abandonner un moyen de transport qui, tel qu'il est, rend des services directs et indirects. Plus on développera le trafic du Rhône en améliorant les raccordements, créant des ports publics et des services publics de traction, et plus on aura une base financière solide pour l'établissement d'une voie navigable parfaite.

Aux esprits enclins à s'attarder dans le *statu quo*, l'Office des transports a signalé les circonstances nouvelles qui donnaient aux études à entreprendre un intérêt particulier. On ne saurait étudier avec trop de soin ni trop à l'avance, si coûteuses et si difficiles à réaliser qu'elles paraissent, des

(1) D'après M. Laffitte l'Elbe et l'Oder ont offert un tirant d'eau de 1^m45 respectivement pendant 195 et 127 jours.

D'après les plus récents rapports de M. Girardon, le tirant d'eau de 1^m60 était obtenu sur le Rhône pendant 165 jours avant les travaux, et pendant 327 jours après les travaux.

(2) Le développement du tonnage du Rhône est caractérisé par les chiffres qui suivent :

Années	Tonnage moyen du Rhône ramené à la distance entière (entre Lyon et Arles)	Tonnage kilométrique total de l'ensemble du réseau navigable (en millions de tonnes)
1883	218 318 T	2 883
1903	310 708	4.955
1906	249.081	5 102

Trafic des deux lignes P.-L.-M. riveraines du Rhône entre Lyon et Arles en 1904 (Tonnage moyen à distance entière).

Ligne de rive gauche.....	2.389.127 T
— de rive droite, Givors à Lavoulte.....	1 893 521
	4.282.648 T

solutions rationnelles qui permettent d'utiliser le Rhône plus complètement pour la navigation et pour d'autres objets en même temps.

Poursuivre avec activité, en se plaçant à tous les points de vue utiles, et faisant appel à tous les concours, l'étude d'un canal latéral ; — tirer, en attendant, le meilleur parti possible du Rhône amélioré, — tels étaient les deux articles du programme qui a rallié les Chambres du Commerce du Sud-Est et dirigé leur action.

Les Conseils généraux des départements riverains du Rhône ont constitué, de leur côté, une commission interdépartementale qui, sous la présidence de M. le sénateur Gourju, s'est livrée à une vaste enquête et a réclamé à l'Etat, d'accord avec les Chambres de Commerce, l'étude d'un canal latéral.

Cette étude, entreprise et presque menée à terme par M. Girardon, vient d'être achevée par son successeur, M. l'ingénieur en chef Armand. Les résultats viennent d'en être communiqués à la Chambre de Commerce de Lyon, non sans que cette procédure suscitât quelques jalousies.

Le tracé et les autres éléments du projet étaient étroitement fixés par les travaux préliminaires d'une Commission interministérielle dite de l'aménagement du Rhône, dont les conclusions, appuyées par un rapport de M. l'inspecteur général Barlatier de Mas, étaient les suivantes :

« A. — Il y a lieu d'écartier l'idée de toute solution comportant « un canal mixte destiné à desservir simultanément les intérêts « de la navigation, de l'agriculture et de l'industrie, chacun de « ces intérêts doit être envisagé séparément.

« B — En ce qui concerne la navigation, il convient :

« 1° De terminer au plus vite la régularisation du Rhône ;

« 2° De réaliser le plus tôt possible la jonction du fleuve avec « Marseille et avec Cette ;

« 3° De faire étudier, sans plus attendre, les mesures qui pour- « raient être prises pour permettre l'accès au Rhône du trafic des « valées transversales, et notamment pour rendre effectifs les « raccordements des voies ferrées avec la voie fluviale ;

« 4° Eventuellement, de faire dresser, en temps utile, suivant « la direction générale indiquée par la Commission, l'avant-projet « régulier d'un canal latéral à grande section spéciale à la naviga- « tion entre Lyon et Arles.

« C. — En ce qui concerne l'agriculture, la réduction du coût « des canaux dérivés du Rhône semble ne pouvoir être obtenue « qu'en construisant d'abord ces canaux pour un débit restreint, « (réduit, par exemple, à la moitié du débit actuellement prévu) ; « une étude pourrait utilement être faite dans ce sens.

« D. — En ce qui concerne l'industrie, il convient de lui laisser « le soin de réaliser la création des forces motrices dont elle peut « avoir besoin ; l'Etat ne doit prendre à cet égard aucune initia- « tive ».

Pour l'étude *éventuelle* du canal latéral, la Commission, entrant dans les détails, préconisait, d'autre part, un type de grande section, comportant normalement 19 m. 50 de largeur au plafond, et 2 m. 50 de tirant d'eau. Les écluses, égales à celles projetées sur le canal du Rhône à Cette, devaient avoir 80 mètres sur 12 mètres.

Le tracé devait suivre la rive droite à partir de Lyon, d'abord pour se raccorder à Givors avec le canal projeté de Saint-Etienne, et ensuite, pour éviter la traversée difficile de Vienne. C'est au droit de Saint-Alban que le tracé devait traverser le Rhône sur un pont-canal, pour suivre la rive gauche jusqu'à Arles, où il rejoignait le canal en construction de Marseille au Rhône.

Voici quelles sont les dispositions essentielles du projet :

La dénivellation totale, qui est de 106 m. 50, est rachetée par 31 écluses dont les chutes varient de 2 m. à 7 m., avec une moyenne de 5 m. 16.

La longueur totale du tracé principal est de 270 km 750, non compris l'embranchement De Lafarge, et les rigoles d'alimentation. Les souterrains ont, dans l'ensemble, une longueur de 20 km 65. Le grand souterrain de Donzère, qui est à voie unique, à 4.560 m. de longueur.

La dépense totale s'élève à 505.850.000 francs, soit environ 1.870.000 francs par kilomètre. Certaines sections particulièrement difficiles, telles que celle de Lyon à Givors, entraînent une dépense kilométrique bien plus élevée.

L'abaissement du prix du fret est évalué, par les ingénieurs, à 2 fr. 50 par tonne. Si l'on admet, avec M. Guérard, que le trafic puisse atteindre 1.600.000 tonnes, l'économie totale réalisée dans les transports serait, annuellement, de 4 millions.

Un droit de péage de 0 fr. 006 par tonne et par kilomètre, soit de 1 fr. 625 pour l'ensemble du parcours, réduirait cette économie des deux tiers.

Evidemment, Messieurs, ces chiffres paraissent, au premier abord, de nature à ébranler la confiance la plus robuste dans l'avenir financier du canal latéral au Rhône.

Suivant la formule actuellement consacrée par le Parlement, l'Etat demande aux intéressés, représentés principalement par les Chambres de Commerce, un concours de moitié dans la dépense, sauf à autoriser la perception de péage à l'aide desquels on puisse amortir les fonds de concours. — Il faudrait, dans le cas actuel, que les taxes produisissent annuellement 12.500 000 francs pour permettre d'amortir au taux de 5 pour 100 une contribution de 250 millions. — D'après les chiffres mêmes des ingénieurs (péage de 0 fr. 006 appliqué à un tonnage de 1.600.000 tonnes) le produit du péage ne doit pas dépasser 2.600.000 francs. — On est loin de compte. Encore faut-il remarquer que l'estimation de 500 millions ne comprend que la construction du canal proprement dit. Pour assurer un trafic de 1.600 tonnes, il sera nécessaire de créer des ports, un outillage, et des moyens de traction. C'est déjà demander aux intéressés un très gros effort que de leur laisser la charge presque entière de ces dépenses qui sont considérables.

On oublie trop souvent, quand on compare les voies navigables aux chemins de fer, que l'Etat outille ceux-ci en vue d'une exploitation rationnelle et complète, au moment même de la construction, ce qu'il ne fait pas pour celles-là.

La participation des Chambres de Commerce, gagée sur des péages, ne pourra donc atteindre, d'après les calculs mêmes des ingénieurs, qu'une très petite partie de la dépense. Celle-ci devra être presque totalement couverte soit par l'Etat, soit par les départements ou les villes à l'aide des fonds provenant de l'impôt. Etant données les disponibilités des budgets, la combinaison financière ne paraît pas facile à trouver.

Je suis convaincu, pourtant, qu'il ne faut pas se laisser décourager par cette situation, et qu'on doit au contraire y puiser un nouveau motif de poursuivre la réalisation du programme que vous exposais tout à l'heure.

Il est bien clair, tout d'abord que le résultat obtenu par les ingénieurs de la navigation n'est pas fait pour faire abandonner la seconde partie du programme : celle qui consiste à utiliser le mieux possible le Rhône, tel qu'il est.

Sans se lasser, on doit poursuivre l'établissement des ports publics qui constituent l'élément primordial d'une navigation plus active. Supposez qu'on parvienne, après tant d'efforts jusqu'ici stériles, à faire de Lyon le grand port de navigation intérieure qu'il devrait être. La Saône, voie navigable de premier ordre, permet d'y faire affluer par les canaux du Centre, de Bourgogne, de la Marne, de l'Est et du Rhin, la batellerie de la France, de la Belgique et de l'Allemagne. Il suffirait, pour l'y attirer, de créer les installations qui lui manquent, et de lui procurer du fret de retour par de bons raccordements avec les voies ferrées.

Lyon devenu grand port de navigation intérieure, et Marseille grand port de mer rattaché au Rhône, quels points d'appui solides pour assurer, d'Arles à Lyon, sous la poussée du trafic, la continuité des transports par eau. M. le Ministre des Travaux publics vient précisément à Lyon, demain, examiner sur place une question dont vous avez sans doute entendu parler : celle de la gare d'eau de

Perrache. C'est là, il faut l'espérer, un pas décisif vers la solution tant attendue que réclament, en appuyant les revendications de la Chambre de Commerce de Lyon de tout le poids de leur influence, en évoquant aussi de vieux et légitimes griefs, M. Herriot, maire de Lyon, et la Municipalité lyonnaise.

Beaucoup de bons esprits songent aussi à ouvrir le Rhône à la batellerie du Nord en y établissant un service public de traction par les moyens mécaniques les plus modernes et les plus perfectionnés. Sans doute, préparerait-on les voies à une amélioration de ce genre en provoquant, par la procédure d'un concours, l'étude comparative de tous les systèmes de traction permettant à la batellerie de surmonter les difficultés spéciales qu'elle rencontre sur le Rhône.

Donc, Messieurs, la partie de notre programme qui concerne la meilleure utilisation du Rhône tel qu'il est, doit, plus que jamais, être poursuivie avec ardeur. Mais je ne voudrais pas, c'est le point sur lequel je veux maintenant insister, qu'on conclût à l'abandon de l'autre partie du programme qui vise des transformations plus radicales.

Le projet, dressé par le service de la navigation, ne doit pas, en effet, être considéré comme clôturant la période des études. Il l'inaugure plutôt : c'est le point de départ solide de toute une série de recherches complémentaires qui restent à entreprendre. Je ne prétends aucunement, en parlant ainsi, faire la critique de la façon dont les ingénieurs de la navigation ont rempli leur tâche. Je tiens pour définitifs, hors de discussions, les résultats auxquels ils sont arrivés, dans la limite du programme qui leur était tracé, à la suite d'un labeur consciencieux qui ne laisse rien à l'imprévu. — Ne vous étonnez pas de voir enfler les dépenses à chaque évaluation nouvelle plus approfondie. C'est pour n'avoir pas poussé assez loin les études préparatoires que l'exécution des grands canaux a donné lieu à des dépassements considérables dont les entreprises industrielles n'ont pas été exemptes plus que les entreprises d'Etat. — Je constate simplement que le programme des ingénieurs de la navigation était extrêmement étroit, beaucoup trop étroit si l'on observe qu'un problème de l'envergure de celui qui se pose comporte quantité de solutions variées qui méritent d'être comparées entre elles, et si l'on conclut qu'au point où l'on en est, il est infiniment plus intéressant d'étendre les recherches en surface, plutôt qu'en profondeur.

Les procédés de la construction moderne se perfectionnent tous les jours. L'emploi du béton armé permet notamment de réaliser, en matière de travaux hydrauliques des conceptions nouvelles. En Italie, M. l'ingénieur Caminada vient d'appliquer à l'étude d'un canal gigantesque, reliant Gènes au lac de Constance par les Appennins et les Alpes, des idées originales qu'un critique autorisé, M. le sénateur Colombo, n'a pas craint de qualifier de géniales. On cherche partout également à allonger les biefs en augmentant la hauteur des écluses, et même à leur substituer d'autres systèmes pour franchir de plus grandes différences de niveau. Sur ces divers points, des constructeurs spécialistes peuvent apporter des propositions intéressantes (1).

(1) Dans la séance du 10 août dernier du Congrès de Clermont de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, M. le commandant Levallois a présenté un mémoire sur l'emploi de plans inclinés, remplaçant les écluses ordinaires, pour le canal latéral du Rhône qu'il préconise vivement. Ce système de plans inclinés a obtenu le premier prix au concours ouvert par le gouvernement Autrichien pour un projet de canal entre le Danube et l'Oder.

La disposition générale de ces plans inclinés est très simple. Au point où l'on doit les installer, les extrémités de chacun des biefs, supérieur et inférieur du canal, fermées par des portes mobiles, sont reliées l'une à l'autre par une rampe solidement établie sur le sol et d'une pente assez faible, 3 à 10 p. 100. Sur cette rampe, une voie ferrée supporte une grande caisse métallique pleine d'eau, de dimensions suffisantes pour contenir un bateau flottant, et dont les extrémités sont fermées par des portes mobiles. Pour faire descendre un bateau, on amène le sas contre le bief amont, sa porte mobile et celle du canal étant juxtaposées. On lève simultanément les deux portes, et l'on fait entrer le bateau dans le sas. Puis on ferme les deux portes et l'on fait descendre le sas. On ouvre

Je remarque, enfin, que la Commission interministérielle de 1901 a systématiquement écarté les solutions « mixtes ».

Mais, sur ce point, je pense qu'il s'est produit, depuis 1901, en raison des progrès rapides de l'utilisation de la houille blanche, des faits nouveaux suffisants pour qu'il soit permis de reviser le jugement.

Au point de vue « agricole », je vous disais tout à l'heure, que le système de pompages, condamnée par la Commission de 1901, était aujourd'hui préconisé par les ingénieurs ressortissant du Ministère de l'Agriculture.

Je crois bien qu'au point de vue industriel, les vues de la Commission, qui signalent les graves mécomptes auxquels on s'exposerait « en créant des forces motrices à l'avance, en vue de besoins mal définis » ont, passez-moi l'expression, un peu vieilli.

J'ai eu l'occasion, au surplus, de m'en expliquer très franchement, devant le deuxième congrès des Travaux publics, avec le rapporteur même de cette commission, M. l'inspecteur général Barlatier de Mas, dont l'autorité est si grande en la matière. Le congrès a adopté, sans que M. Barlatier de Mas s'y opposât, un vœu que je vous demande la permission de vous citer, bien qu'il soit un peu long : (séance du 10 février 1903).

« Le Congrès

« I. — En ce qui concerne la navigation proprement dite, prenant acte des conclusions de la commission interministérielle de l'aménagement du Rhône, proposant :

« 1° De déterminer au plus vite la régularisation du Rhône ;
« 2° De réaliser le plus tôt possible la jonction du fleuve avec Marseille et avec Cette ;

« 3° De faire étudier, sans plus attendre, les mesures qui pourraient être prises pour permettre l'accès au Rhône du trafic des vallées transversales et, notamment, pour rendre plus effectifs les raccordements des voies ferrées avec la voie fluviale ;

« 4° Eventuellement de faire dresser en temps utile, suivant la direction générale indiquée par la commission, l'avant-projet d'un canal latéral à grande section, spécial à la navigation entre Lyon et Arles.

« Se rallie entièrement aux conclusions ci-dessus, sous cette réserve que l'étude de l'avant-projet d'un canal à grande section, spécial à la navigation, soit entreprise de suite par l'Administration et poursuivie avec activité, étant donnée l'importance que paraît appelée à prendre la grande artère du Rhône, seul lien du réseau des voies navigables de France, de la Belgique et de l'Allemagne avec les ports de la Méditerranée et le canal du Midi ; étant donnée en même temps la nécessité d'avoir en mains un plan d'ensemble pour le cas où il se produirait, sur les bases qui vont être indiquées ci-après, des demandes de concession de canaux industriels.

« II. — En ce qui concerne les utilisations industrielles ou agricoles, si vivement désirées par les populations intéressées, utilisations auxquelles pourraient se prêter des forces motrices qui a été créé à Jonage, est mieux à même que l'Administration aménagées sur un canal mixte du type de Jonage et en tant que les recettes accessoires provenant des forces peuvent faciliter l'établissement d'un canal de navigation ;

« Considérant qu'il ressort des études mêmes de la commission interministérielle et de ses conclusions que l'initiative privée, d'étudier ce côté de la question, mais qu'il convient que l'Administration lui en fournisse les moyens ;

« Emet le vœu que les Sociétés d'Etudes, telles que celles proposées par la réunion des onze Conseils généraux de la Vallée du Rhône, soient encouragées par l'Administration ; qu'elles reçoivent communication de tous les documents, levés de plans, nivellements et avant-projets dressés spécialement en vue de la navigation, de façon à permettre à l'industrie privée d'étudier et de proposer s'il y a lieu, pour certains tronçons, des solutions mixtes, en basant le concours financier à solliciter de

ensuite les deux portes du sas et du bief inférieur, et l'on fait sortir le bateau.

Le commandant Levallois déclare que, avec ce dispositif, il suffirait de cinq biefs seulement au lieu des trente et un biefs prévus pour le canal à écluses, latéral au Rhône, d'où économie considérable de temps pour le passage des écluses. Le coût de premier établissement serait également moins élevé.

« l'Etat sur la comparaison de canaux mixtes du type Jonage, avec le canal spécial à la navigation, étudié par l'Administration ».

La première partie du programme d'études contenu dans le vœu se trouve aujourd'hui remplie. Un projet vient d'être dressé n'envisageant que les seuls intérêts de la navigation. C'est maintenant à l'initiative privée à se mettre à l'œuvre avec l'encouragement et l'appui des Conseils généraux et des Chambres de Commerce.

Beaucoup d'idées ont été mises en avant sans être suffisamment étudiées ; et les raisons qu'on a fait valoir, *a priori*, pour ou contre, ne tranchent pas le débat. Les objections sont extrêmement utiles au début de recherches de ce genre ; elles les orientent en faisant ressortir les difficultés qu'on doit s'attacher à surmonter. C'est dans ce sens, pour s'en trouver stimulé à serrer de plus près le problème, qu'il convient jusqu'à nouvel ordre d'interpréter les critiques faites à l'idée du canal mixte par la Commission interministérielle de 1901.

Chacun doit apporter au débat, très loyalement, les renseignements qu'il est plus particulièrement en situation de fournir. Il y a plus de dix ans que j'observe l'évolution singulièrement rapide des industries de houille blanche. Et je dois constater qu'ayant prévu cette évolution avec un certain optimisme, les faits ont cependant dépassé mon attente.

Il me reste à vous entretenir du Rhône « industriel », c'est-à-dire du rôle que peut jouer l'aménagement de ses forces hydrauliques au regard de ses autres utilisations. Je vous ai livré la mentalité avec laquelle j'aborde cet examen, c'est à vous de faire la part du coefficient d'erreur personnelle dont il vous faudra corriger mes observations.

Rhône industriel. — Les chiffres du tableau que j'ai placé sous vos yeux appellent quelques explications en ce qui concerne les pentes, les débits caractéristiques et les puissances, éléments de la nouvelle richesse qui entre en jeu. Naturellement, il ne faudrait pas considérer les puissances brutes qui y figurent comme une valeur immédiatement et totalement réalisable. L'inventaire des forces hydrauliques comporte, comme tout inventaire, des articles d'un recouvrement incertain que, dans un honnête bilan, on fait figurer pour mémoire. Peut-être même êtes-vous enclins, vous conformant à l'esprit de prudence qu'apportent les Lyonnais dans leurs affaires, à traiter ainsi la plus grosse part de l'énorme puissance brute accusée par les totaux du tableau (1).

Je suis loin, pour mon compte, d'y trouver à redire. J'approuve parfaitement que, dans la puissance globale du Rhône, on fasse un choix pour séparer la part considérée comme inutilisable et pour établir un certain ordre de priorité entre les divers tronçons envisagés séparément. Mais je demande cependant qu'on m'accorde ceci : c'est qu'à l'inverse de ce qui se passe pour la plupart des valeurs douteuses comptées pour zéro dans les inventaires, le temps travaille de la façon la plus certaine en faveur des forces hydrauliques du Rhône. A la condition d'être patients, les plus optimistes sont à peu près sûrs d'être en cette matière les meilleurs prophètes. Donc, ne nous laissons pas impressionner par des courants d'opinions éphémères. Examinons de haut et de loin, scientifiquement, en cherchant à donner aux chiffres leur signification véritable, les éléments de la statistique que nous avons sous les yeux.

Il est bien clair, tout d'abord, que la pente totale d'un cours d'eau ne peut, en aucun cas, être complètement aménagée. Vous savez qu'il faut donner aux longues dérives qui amènent l'eau à l'usine une certaine pente qui constitue une perte de chute. La pente de la dérivation de

Jonage est, par exemple, de 0 m. 10 par kilomètre, tandis que celle du Rhône, au droit de la dérivation, est de 0 m. 70 par kilomètre. La perte « hydraulique » qui est ici de 1/7^e, est indépendante des pertes mécaniques dues aux tuyaux et aux turbines.

D'autre part, les pentes réelles des divers tronçons du Rhône varient dans des limites étendues au-dessus ou au-dessous de la pente moyenne générale. Leur valeur industrielle est donc fort inégale. Et si l'on aménage d'abord les meilleures, les autres risquent d'être délaissées.

Tous autres éléments étant égaux, on peut dire que la longueur, et par conséquent le coût, d'une dérivation permettant de créer une chute de hauteur donnée, varie en raison inverse de la pente du cours d'eau, défalcation faite de la pente de dérivation elle-même.

Par exemple, pour créer une chute de 20 mètres de hauteur, à l'aide d'une dérivation ayant une pente de 0 m. 10 par kilomètre, suivant que le tronçon du cours d'eau aura une pente, par kilomètre de 0^m50, 1^m, 1^m50, 2^m, 3^m, 4^m, la dérivation aura une longueur de 50 : 22,5 : 14,3 : 10,5 : 6,9 : 54 kilomètres.

Et ces derniers chiffres peuvent servir à comparer le coût des dérives si l'on suppose que les conditions d'établissement soient les mêmes sur les divers tronçons.

Je n'ai pas besoin de vous faire observer qu'en réalité les conditions d'établissement ne seront jamais les mêmes. L'habileté de l'ingénieur consistera précisément à choisir les meilleurs endroits. Mais nous ne faisons pas ici œuvre d'ingénieur. Au point de vue de la statistique économique, la pente des divers tronçons du Rhône peut servir à mesurer approximativement leur valeur.

Comparons, par exemple, le Rhône à la Durance dont on se dispute actuellement la richesse hydraulique. Les pentes de la Durance s'abaissent successivement de 4 mètres à 2 mètres par kilomètre. Le seul tronçon du Rhône qui présente une pente équivalente est celui qui touche à la frontière suisse, il n'est donc pas surprenant qu'on se le dispute aussi. Le tronçon de Jonage, avec sa pente de 0 m. 70, qui n'est pas exceptionnelle puisqu'on en rencontre d'analogues au-dessous de Valence, a dû au voisinage de Lyon d'être le premier aménagé. Les autres tronçons présentent, sans doute, des conditions moins favorables : leur aménagement pourra devenir cependant financièrement réalisable si les biefs industriels sont utilisables par la Navigation, et si l'Etat accorde à l'entreprise une subvention, basée sur les évaluations du projet qui vient d'être dressé par les ingénieurs du Rhône.

Les dérives industrielles ne sont pas soumises, comme les biefs successifs d'un canal de navigation, à la sujétion de la continuité. Les conditions les plus favorables peuvent se rencontrer, tantôt sur la rive droite et tantôt sur la rive gauche. Il y a toutefois un avantage évident à créer des dérives les plus longues possibles, aboutissant aux chutes les plus élevées, et à rester autant que possible sur la même rive, pour profiter, sans nouvelle prise d'eau, de la décharge du bief supérieur. Il y a là des motifs suffisants pour qu'en étudiant les aménagements dont le Rhône est susceptible, on ne perde pas de vue les intérêts de la navigation, en assurant sur une rive ou sur une autre la continuité des biefs, ou réservant tout au moins la possibilité de raccorder les canaux industriels par des biefs de pure navigation.

On a fait, Messieurs, au principe du canal mixte, une objection qui, si elle était fondée, serait grave. On a dit : Pour qu'une dérivation industrielle puisse écouler, comme cela est indispensable s'il s'agit du Rhône, des débits de 200 ou 300 mètres cubes à la seconde, on devra forcément, pour ne pas exagérer les sections, admettre des vitesses incompatibles avec une bonne navigation. L'objection aurait une certaine valeur pour des cours d'eau à forte pente, tels que la Durance, que l'on projette d'aménager, peut-être inconsidérément d'ailleurs, et pour les motifs d'économie que plus

(1) A l'étiage, 837,110 Poncelots ; en eaux moyennes, 2 286,298 Poncelots.

tard on regrettera (1), à l'aide de dériviations ayant des pentes de 0 m. 30 par kilomètre qui correspondent à des vitesses de 3 mètres à la seconde. Mais une conception semblable n'aurait aucun sens pour le Rhône, qui a des pentes à peines supérieures à 0 m. 30 par kilomètre. La pente de 0 m. 10 par kilomètre, adoptée pour la dérivation de Jonage, marque évidemment la limite de la pente admissible. Et cette pente ne comporte, si l'on s'en rapporte aux formules de l'hydraulique (2), ou si l'on se contente seulement d'aller voir le superbe bief navigable de Jonage, que des vitesses d'environ 0 m. 70 dont la navigation peut s'accommoder aisément. Des vitesses semblables, avec une bonne organisation de traction mécanique : halage, remorquage ou touage, n'auront guère d'autre effet que de retarder dans un sens la marche des bateaux pour l'accélérer d'autant dans l'autre. Assurément, le halage par chevaux deviendra difficile. Mais les grands souterrains que comportent le canal étudié par les ingénieurs, ne permettent pas davantage la traction animale, et le canal de Marseille au Rhône ne permet pas, non plus, la circulation des péniches.

A un autre point de vue encore, il y a parfaite harmonie entre les intérêts de la navigation et ceux de l'industrie. Pour les bateliers comme pour les industriels, les biefs les plus longs, réduisant au minimum le nombre des escaliers de l'aménagement hydraulique seront les meilleurs.

En résumé, Messieurs, on ne peut guère, à l'heure actuelle, discerner les tronçons du Rhône qu'il sera possible d'aménager à l'aide de dériviations semblables à celle de Jonage. On n'aperçoit pas clairement dans quelle mesure cet aménagement pourra être général et continu. Il est bien évident que le mot d'aménagement « intégral », qui a fait fortune comme tous les mots simples et imagés, ne doit pas être pris au pied de la lettre. La seule chose qu'on puisse dès maintenant affirmer, c'est que les biefs industriels constitueront en même temps, par la force des choses, par un effet de la parfaite concordance des points de vue, des voies navigables superbes.

Et pour dissiper le mieux possible les hésitations qu'on peut avoir à étudier ces grands aménagements industriels, je voudrais vous dire encore un mot de deux sortes d'objections qui restent, pour moi, les plus graves et les plus impressionnantes.

La première objection, celle de la dépense, tire une force particulière du résultat des études poursuivies par les ingénieurs de l'Etat. Si un canal de 50 mètres carrés de section coûte, par kilomètre, 1.870.000 francs, que coûtera un canal industriel ayant une section cinq ou six fois plus forte ? S'il suffisait, pour répondre à la question, d'appliquer une simple règle de trois, ce n'est pas une dépense excessive, c'est à une véritable impossibilité financière qu'on se heurterait du premier coup. Mais comme je l'ai déjà fait remarquer, il ne faut pas raisonner sur des moyennes applicables à l'ensemble du tracé. Certains tronçons, relativement faciles, se prêteront, sans doute, à des agrandissements de sections.

D'autre part, en dehors du tracé étudié par les ingénieurs, on peut entrevoir des solutions tout autres qui présentent cette particularité d'entraîner une dépense indépendante, dans une large mesure, de la quantité d'eau « aménagée ». Les barrages sont dans ce cas. Je ne puis omettre de rappeler

(1) En Italie, par exemple, on a étudié, pour créer une force hydraulique supplémentaire, la rectification des pentes très fortes du Naviglio Grande, canal mixte de navigation et d'arrosage.

(2) Il suffit, en appliquant la formule de Prony,

$$U = 50 \sqrt{Ri}$$

de remarquer que la valeur du rayon moyen R est, pour les canaux, beaucoup plus larges que profonds, voisine, par défaut, de la profondeur même. La profondeur étant de 2^m50, et la pente de 0^m10 par kilomètre, comme à Jonage, la formule donne pour la vitesse moyenne :

$$U = 50 \sqrt{0,10025} = 0,80$$

ici, évoquant un souvenir très cher, que mon oncle Hippolyte Tavernier avait inventé un type de barrage qui a été depuis appliqué sur la Seine. M. l'ingénieur Pasqueau a soutenu, pendant toute sa carrière d'ingénieur du Rhône, avec une ardeur de conviction très vive, que ce type de barrage pouvait rendre, sur le Rhône, les plus grands services. Si, d'autre part, je suppose qu'on creuse une large dérivation dans le champ submersible du Rhône lui-même, à travers les lones et les graviers, je constate encore que la principale dépense d'une dérivation semblable, celle d'une digue insubmersible séparant le Rhône « canalisé » du Rhône « sauvage », est également indépendante du débit dérivé.

J'ai donc *a priori* quelques raisons de croire que, recourant à ces solutions, en utilisant le plus possible le lit même du Rhône, on trouvera peut-être le moyen d'aménager, sans dépenses excessives, les sections difficiles.

Mais alors, on se heurte à la seconde objection qui est non moins grave que la première.

Je vous ai signalé les irrégularités des débits du fleuve qui vont en s'accroissant, de l'amont à l'aval. Il faut effacer les barrages au moment des crues pour éviter la submersion des terres riveraines. Il se trouve donc que, par une anomalie vraiment singulière, c'est précisément au moment où les forces du Rhône atteignent leur puissance maxima que celles des usines hydrauliques, alimentées par des barrages, se réduisent à rien. Lorsqu'il s'agit, non pas de barrages, mais de dériviations libres analogues à celle de Jonage, les crues peuvent, non pas supprimer, mais réduire considérablement la hauteur de chute utilisable.

Messieurs, certains artifices permettent de corriger en partie cette anomalie, on y a eu recours pour l'établissement de l'usine suisse de Chèvres, qui comporte deux jeux de turbines applicables à des hauteurs de chutes différentes. Lorsqu'en temps de crue la chute tend à s'effacer, on rétablit la puissance en augmentant le débit, qui est à ce moment surabondant.

Toutefois, le mieux qu'on puisse espérer, en usant de ces artifices sur les tronçons à faible pente, où la difficulté se rencontre avec toute sa gravité, c'est de conserver en eaux fortes la puissance correspondant aux eaux basses. Je dois donc reconnaître que, à ce point de vue, il est prudent de ne considérer, dans l'inventaire de la richesse du bas Rhône, que la puissance correspondant aux débits d'étiage, ou même une puissance inférieure si l'on tient compte de l'eau qu'on devra laisser dans le lit pour ne pas l'assécher.

Je ne veux pas pousser plus loin ces explications techniques dont j'ai vraiment abusé. Mon but n'était pas de vous convaincre de la supériorité de telle ou telle solution, mais simplement de vous montrer l'intérêt que présente, malgré certaines objections, l'étude des solutions « mixtes » qui sont à mes yeux les solutions d'avenir. Il ne faut laisser de côté aucune des faces du problème, aucune des utilisations possibles de ce Rhône magnifique, dont on ne peut, sans violenter sa nature même, restreindre à un seul objet le rôle multiple. Et c'est parce que le projet d'aménagement du haut Rhône, dressé par MM. Blondel, Harlé et Mahl présente à un haut degré ce caractère que je voudrais vous en indiquer très sommairement l'économie.

Il s'agit de créer par un grand barrage établi vers la station de Génissiat, à la sortie des gorges du Rhône, une immense retenue dont le remous se ferait sentir jusqu'à la frontière suisse. La puissance ainsi aménagée serait de 83.000 poncelets en eaux basses (hauteur de chute 69 m. débit caractéristique d'étiage 102 mètres cubes) et de 228.000 poncelets en eaux moyennes.

La retenue formerait dans toute son étendue un très beau bief navigable. Pour permettre aux bateaux de franchir la chute du barrage, on propose un système d'ascenseur à mouvement hélicoïdal étudié pour le canal du Danube à l'Oder.

Il s'agit là de conceptions gigantesques, mais très sérieusement étudiées, et soumises en ce moment à l'examen

d'une Commission nommée par M. le Préfet de la Seine. Car le but principal de l'entreprise est de transporter à Paris une importante partie de l'énergie hydro-électrique produite par l'usine.

IV. — CONCLUSIONS

Pour mener à bien ce vaste programme d'études qui doit conclure à une meilleure utilisation du Rhône, c'est sur l'initiative privée qu'il faut principalement compter. Aussi doit-on, par tous les moyens, encourager et coordonner ses recherches dans toutes les directions utiles.

Je suis bien assuré, tout d'abord, que l'administration des Ponts et Chaussées laissera puiser dans ses archives le trésor de renseignements qui y est accumulé. C'est d'ailleurs à l'obligeance de M. l'Ingénieur en chef Armand que je dois ceux dont je me suis servi ce soir pour dresser les graphiques que je vous ai montrés et caractériser le régime du Rhône.

Vous savez que les Conseils généraux des départements riverains du Rhône ont formé une Commission interdépartementale présidée par M. le sénateur Gourju, et qu'à la suite des travaux de cette Commission a pris naissance un comité d'études dont la caisse est alimentée par les cotisations des Conseils généraux, des Chambres de Commerce et des particuliers.

Le principe de cette organisation, calquée sur le type des associations allemandes, est excellent.

A mon avis, le rôle des Conseils généraux, ou des Chambres de Commerce, est surtout de provoquer l'étude des solutions les plus variées, sans en préconiser prématurément aucune. Pour bien remplir ce rôle délicat, il ne serait pas superflu qu'au groupement général des collectivités de la vallée, indispensable pour assurer l'unité des vues, s'ajoutassent des groupements locaux plus particulièrement intéressés à l'aménagement de certains tronçons du fleuve. Il peut résulter de cette organisation décentralisée une émulation féconde pour l'étude de solutions qui diffèrent suivant les lieux, et qui peuvent, d'ailleurs, être réalisées successivement, par étapes.

J'ai montré quelles difficultés, insurmontables en apparence, présentait l'élaboration d'une combinaison financière, qui permit d'entreprendre, pour l'achever d'un seul coup, l'œuvre gigantesque du canal latéral. La sagesse commande de chercher aussi à ajouter aux revenus insuffisants des péages, les recettes beaucoup plus certaines d'usines hydrauliques accolées aux écluses.

Je signale, comme susceptible de rendre des services, la procédure du concours qui, je ne sais pourquoi, n'est pas appliquée chez nous aussi couramment qu'à l'étranger, aux entreprises de travaux publics.

La ville de Genève vient, tout récemment encore, d'y avoir recours pour aménager le dernier tronçon suisse du Rhône vers la Plaine. Le concours, ouvert le 31 mars 1907, a été clos le 31 août suivant. Une somme de 20.000 francs, destinée à récompenser les meilleures études, a été mise à la disposition d'un jury composé de six experts. Des documents d'études extrêmement complets ont été remis aux concurrents sur leur simple demande, moyennant un dépôt préalable de 20 francs, qui devait d'ailleurs être rendu à « l'auteur de tout projet sérieux » (1).

Une autre bonne idée, qui nous vient également de Genève, a été émise par la Chambre de Commerce française de cette ville. Il s'agirait de réunir, soit à Lyon, soit à Marseille, un congrès du « Rhône navigable ». Si l'on devait se contenter d'échanger une fois de plus, sans verser au débat des éléments d'information plus substantiels, des propos déjà souvent entendus, peut-être pourrait-on discuter l'utilité de ce congrès. Mais on peut lui donner un tout autre caractère.

Un congrès du « Rhône navigable », annoncé suffisamment à l'avance, pourrait devenir une véritable exposition de projets, une occasion pour leurs auteurs d'en faire connaître l'économie et d'en justifier les dispositions. Si j'en juge par les informations qui me parviennent, les matériaux d'études ne manqueraient pas, et, peut-être, du choc des idées la lumière jaillirait-elle (1).

Messieurs, j'ai fini. Après avoir dressé l'inventaire de l'incomparable richesse qu'est le Rhône, et vous avoir présenté le tableau des emplois restreints qu'on en a faits jusqu'ici, je vous ai fourni quelques raisons d'espérer qu'on pourrait peut-être à l'avenir, grâce à l'aménagement des forces hydrauliques, l'utiliser plus complètement.

Quel parti ne doit-on pas tirer de l'eau, apte à tant de choses, mise en valeur par cet autre élément merveilleux de transformation et de distribution qu'est l'électricité.

Une autre génération que la mienne verra peut-être ces choses. Qu'importe ? Comme Lyonnais et comme ingénieur, il me suffirait d'avoir transmis à de plus jeunes que moi, avec un peu de cet enthousiasme sans lequel on ne fait rien, le désir de collaborer à une grande œuvre.

R. TAVERNIER,

Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées.

USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE COLLIERSVILLE

Au début de cette année 1908, on a terminé l'aménagement d'une usine hydro-électrique établie sur la Susquehanna River, près de Colliersville, dans le comté d'Oswego (Etat de New-York). Cette usine est destinée à fournir l'énergie nécessaire à la traction des trains sur une ligne de 104 kms de l'*Oneonta and Mohawk Valley Railroad* et, en même temps, pour distribuer de l'énergie dans les villes et villages environnants, pour l'éclairage ou la force motrice.

La chute est créée par un barrage creux en ciment armé, du type de la *Ambursen Hydraulic Construction Co* qui, en relevant le plan d'eau, constitue un réservoir de 210 hectares. On régularise ainsi le débit de la rivière, de manière à passer sans encombre les pointes journalières des services de traction et d'éclairage.

Le barrage, qui est représenté en coupe transversale par la figure 1 (**), est établi perpendiculairement à l'axe de la rivière. Il a 61 m. de longueur à la crête et 10^m97 de hauteur maxima au-dessus des fondations. Sa largeur est de 21^m33 à la base et de 1^m37 au sommet. Il est construit en béton dosé à raison de 1 partie de ciment pour 3 de sable et de 4 de pierres cassées passant dans un anneau de 5 cms. Il est renforcé au moyen de barres de 19 mm. de diamètre qui sont représentées en pointillé sur la figure 1. Le sol de fondation, dans lequel sont encastrés les murs de garde qui prolongent les parements amont et aval, est constitué par une argile schisteuse assez résistante ; aussi n'a-t-on pas prévu ici de dalle générale de fondation.

Les contreforts intérieurs sont espacés d'axe en axe de 3^m048. Leur épaisseur est de 305 mm. au sommet, de 356 mm. au milieu de la hauteur et de 406 mm. à la base. Ils reposent sur le sol de fondation au moyen d'une embase de 0^m91 de largeur.

A l'extrémité rive droite du barrage se trouvent 5 vannes de prises d'eau, de 3^m05 de largeur, qui commandent l'entrée du canal d'aménée. Elles sont composées chacune

(1) Au cours du Congrès de l'A. F. A. S. de Clermont, M. Tavernier a annoncé qu'un « Congrès du Rhône » devait se tenir à Lyon en 1909, et que l'*Office des Transports* (31, rue Ferrandière, à Lyon) recevrait volontiers toutes les communications qu'on voudrait bien lui adresser sur ce sujet. — N. D. L. R.

(**) Cette figure et la suivante sont extraites de l'*Engineering Record*.

(1) *La Houille Blanche* a publié dans son numéro de mars 1908 le résultat du concours.