

concrets puisés soit en France, soit à l'étranger, il recherchera comment on peut, pratiquement, « industrialiser » les interventions propres à sauvegarder les intérêts généraux en matière des forces hydrauliques.

La Tribune ouverte de *La Houille Blanche* apportera le concours le plus précieux à l'œuvre de « coordination ». Par la publicité la plus large, par le travail au grand jour et l'échange le plus loyal des points de vue complémentaires, les intérêts généraux, ceux des Services publics en particulier, seront le plus efficacement défendus.

Que de problèmes vitaux pour l'avenir du Pays, auxquels il faut que l'opinion publique s'intéresse ! Mon vœu de fonctionnaire retraité est que la Tribune ouverte de *La Houille Blanche* fasse surgir, dans la génération qui va supporter la charge de reconstituer sur des bases modernes la production française, des collaborateurs jeunes, capables des efforts patients et tenaces qui conduisent aux résultats.

René TAVERNIER,

Inspecteur général des Ponts et Chaussées, en retraite.

## LA HOUILLE BLANCHE ET LA GUERRE

Rapport à « L'Association Française pour le Développement des Travaux Publics » (1).

### I. AVANT-PROPOS

Les conséquences économiques de la guerre, parmi lesquelles il faut citer d'une façon plus spéciale la crise du charbon, ont attiré l'attention sur la « Houille blanche ». Quelle est l'importance de la richesse hydraulique de la France ? Aurait-elle suffi, mieux aménagée, à conjurer la crise du charbon si redoutable au point de vue financier, comme au point de vue industriel. Quels enseignements peut-on tirer du passé et quelles sont les mesures à prendre pour l'avenir ? Telles sont les questions qui préoccupent l'opinion publique... Les solutions, plus ou moins heureuses qui leur seront données, exerceront sûrement une influence considérable sur l'activité économique de la nation, s'employant tout entière à hâter l'heure de la victoire, puis, la paix faite, à réparer les ruines que la guerre aura causées.

Avant la guerre, les questions de Houille blanche, comme tant d'autres ont suscité des controverses de doctrines (2), en apparence irréductibles, entre les partisans du « laisser faire » et ceux de l'intervention. Si la guerre, à l'heure où les réalisations ne peuvent plus être retardées, montre l'inanité des discussions stériles, si, dans le domaine économique comme dans les autres, elle impose « l'union sacrée » dans l'action, elle aura porté en elle, comme la lance d'Achille, le remède au mal qu'elle aura causé.

(1) Publication autorisée par le Bureau de l'Association

(2) Les Congrès organisés par l'Association Française pour le développement des Travaux Publics ont largement participé à ces discussions.

En 1900, le Congrès signale à l'attention du Gouvernement et du Parlement l'intérêt qui s'attache à la promulgation de dispositions législatives rendant possible, au point de vue pratique, l'exploitation rationnelle, pour la production de la force motrice des eaux qui sont une des richesses de notre territoire, aussi bien que pour leur utilisation sous toutes les formes ; approuve le projet de loi présenté par M. BAUDIN, Ministre des Travaux publics, et par M. JEAN DUPUY, Ministre de l'Agriculture. En 1903, par un vœu plus longuement développé, le Congrès préconise sur les cours d'eau navigables et flottables le système de la concession, et sur les eaux non navigables ni flottables le système de la liberté laissée à l'initiative privée, en déclarant toutefois que « pour » permettre la bonne utilisation des usines hydrauliques établies en vue des services publics, par déclaration d'utilité publique, il est nécessaire d'accorder aux exploitants la liberté commerciale pour l'exploitation des résidus d'énergie, quel qu'en soit le quantum, à la seule condition que le fonctionnement des services publics reste l'objet principal.

Les doctrinaires avertis se rendent compte, au surplus, que les théories économiques sont tributaires des faits et doivent évoluer avec la technique de la production.

Or, d'une part, les industries de Houille blanche, si novatrices de toutes manières, ont besoin, plus que toutes autres pour se développer, de souplesse, de variété, d'indépendance. Les chefs, qui dirigent leur essor, ont raison de redouter les interventions administratives telles qu'elles se sont produites jusqu'ici, sous la forme anti-industrielle de réglemmentations générales et de cahiers des charges rigides.

D'autre part, l'expérience démontre d'une façon surabondante que le bon aménagement des eaux, et la bonne utilisation de l'énergie hydro-électrique constituent une œuvre d'ensemble qui présente, au plus haut degré un caractère d'intérêt collectif. Cette œuvre ne peut, sans péril, être abandonnée aux hasards des initiatives guidées par le seul appât du gain.

Entre les usines hydrauliques distribuant aux industries consommatrices d'énergie, la puissance des cours d'eau d'une région, des liens étroits de solidarité doivent s'établir tant au point de vue de la production de l'énergie qu'à celui de son emploi.

Les systèmes régionaux de « monopoles » ou d'« ententes » présentent, dans la pratique, par la suppression des gaspillages, des fausses manœuvres et des doubles emplois, des avantages considérables sur les systèmes opposés des « concurrences » ou des « spécialisations » ; et, par suite, sous une forme ou sous une autre, s'impose l'intervention de collectivités : Communes, Départements, Etat, chargées d'organiser dans les meilleures conditions et aux meilleurs prix, les services publics de transport et de distribution d'énergie.

Il ne saurait être question, dans cet exposé, de préciser la forme juridique sous laquelle les interventions nécessaires pourraient se produire avec la souplesse utile, pour faciliter les entreprises et les débarrasser, par l'expropriation, des causes de retards ou de majorations qui les ont entravées jusqu'ici. On se contentera de dégager le sens général des nécessités utiles, en étudiant l'ensemble complexe des nécessités économiques auxquelles doivent se plier lois et règlements.

Sans abuser davantage des considérations générales, c'est par l'examen des faits qu'on va chercher à caractériser, dans cette note, le rôle de la Houille blanche vis-à-vis de la Houille noire et les conditions de sa mise en valeur, en justifiant ainsi le vœu qui la termine.

### II

QUANTITÉS DE CHARBON CONSOMMÉES POUR PRODUIRE DE L'ÉNERGIE SUSCEPTIBLE D'ÊTRE PRODUITE PAR LA « HOUILLE BLANCHE ». — QUANTITÉS D'ÉNERGIE CORRESPONDANTES.

D'après les statistiques de 1912, les dernières publiées, les consommations de Houille en France et les provenances sont caractérisées par les deux tableaux ci-après :

#### CONSOMMATIONS DE HOUILLES EN FRANCE EN 1912 :

	Tonnes consommées	Pourcentage
Métallurgie de gros œuvre.....	11.425.000	18,7 %
Chemins de fer.....	8.966.000	14,7 —
Industrie des mines.....	4.921.000	8 —
Usines à gaz.....	4.532.000	7,4 —
Marine marchande.....	1.160.000	2,6 —
Consommation domestique....	11.653.000	19,2 —
Industries diverses.....	18.020.000	29,4 —
Total.....	60.677.000	100 %

## PROVENANCE DES HOUILLES CONSOMMÉES EN 1912 :

	Tonnes		
Houillères françaises...	39.973.000	}	Angleterre 48 %
			Allemagne 30 —
Houillères étrangères...	20.704.000		Belgique.. 20 —
			Divers.... 2 —
Total.....	60.677.000		100 %

Considérons en premier lieu les industries consommant du charbon pour produire de la force, soit :

Les chemins de fer consommant.....	8.966.000 Tonnes
L'industrie des mines et les industries diverses consommant.....	22.942.000 Tonnes
Soit au total.....	31.908.000 Tonnes

Les industries des mines et les industries diverses emploient une partie de la Houille qu'elles consomment, au chauffage, à la production de la vapeur, etc. — Supposons que cette part soit de 20 % représentant un tonnage de 4.588.400 tonnes ; il reste en nombre rond pour les quantités de Houille destinées à produire de la force :

Chemins de fer.....	9.000.000 Tonnes
Industries diverses.....	18.000.000 Tonnes
Ensemble.....	27.000.000 Tonnes

A quel travail effectif, évalué en chevaux-heures, correspond cette consommation de 27 millions de tonnes ?

Pour les chemins de fer, on admet qu'une locomotive (dont la puissance moyenne, pour les grands réseaux est d'environ 800 HP), consomme 2 kilogrammes de charbon pour produire un travail de 1 cheval-heure, mesuré à la jante des roues.

En ce qui concerne les machines industrielles, dont la puissance moyenne, d'après les statistiques, est seulement de 40 HP, il semble qu'on peut vraisemblablement admettre, faute de renseignements plus précis, une consommation double de 4 kilogrammes par cheval-heure.

Ces hypothèses, dont la première, celle concernant les chemins de fer, offre une certaine garantie de précision, conduisent à évaluer le travail effectif correspondant aux consommations de houille en 1912 :

Pour les chemins de fer à.....	4 milliards $\frac{1}{2}$ de HP-heures
Et pour les machines industrielles, également à.....	4 milliards $\frac{1}{2}$ de HP-heures
Soit ensemble.....	9 milliards de HP-heures

Si cette quantité d'énergie avait été produite dans des usines hydrauliques, et transportée aux locomotives ou aux usines par un réseau de distribution avec une perte de 50 %, le travail de l'ensemble des usines hydrauliques, mesuré sur l'arbre des turbines, aurait atteint, pendant l'année, 18 milliards de chevaux-heures, dont la moitié, soit 9 milliards, aurait été utilisée pour la traction des chemins de fer.

Il n'est pas sans intérêt, de signaler, en passant, à quelle faible utilisation de la puissance nominale des machines correspondent les données qui précèdent.

Une locomotive de grand réseau fournit, en moyenne, par an, un travail qui correspond, pour la puissance nominale, au travail d'une heure par jour, pour le sixième de la puissance nominale au travail de six heures par jour (1), etc. Une machine industrielle fournit, en moyenne, un travail

(1) D'après les statistiques des chemins de fer, une locomotive parcourt en moyenne 100 kilomètres par jour en consommant 15 kgs de houille par kilomètre.

annuel qui correspond, pour la puissance maximum, à un travail de moins de 4 heures par jour. Ceci ressort des deux tableaux suivants dont les éléments sont empruntés aux statistiques de 1912 concernant l'industrie houillère, les appareils à vapeur et les chemins de fer.

## CONSOMMATION ET TRAVAIL DES LOCOMOTIVES EN 1912 :

COMPAGNIES des Chemins de fer	NOMBRE de LOCOMOTIVES	PUISSANCE TOTALE DES MACHINES (en HP)	PUISSANCE moyenne (en HP)	QUANTITÉ de CHARBON consommée en 1912 (en tonnes)	TRAVAIL ANNUEL mesuré A LA JANTE des roues (en ch. H.)	NOMBRE par an d'heures de travail à pleine puissance
(1)	(2)	(3)	(4) = $\frac{(3)}{(2)}$	(5)	(6) = $\frac{4}{2} (5) \times 1.000$	(7) = $\frac{(6)}{(3)}$
P.-L.-M ..	3.580	3.110.000	839	1.909.000	954.500.000	307
Nord .....	2.236	1.711.000	762	1.554.000	777.000.000	454
Etat .....	2.840	1.987.000	700	1.507.000	753.500.000	379
Orléans .....	2.025	1.628.000	808	1.266.000	633.000.000	388
Est .....	1.793	1.398.000	789	1.163.000	581.500.000	416
Midi .....	1.061	738.090	695	512.000	256.000.000	347
Ensemble des grds réseaux.	13.535	10.572.000	788	7.911.000	3.955.500.000	374
Autres lignes : Chemins de fer tramways..	»	511.000	»	1.055.000	527.500.000	1.032
TOTAL GÉNÉRAL.		11.083.000	»	8.966.000	4.483.000.000	»

En résumé, 27 millions de tonnes de houille employés à produire de la force, équivalent, sur les bases qui viennent d'être supposées pour permettre une comparaison avec la Houille blanche, à 18 milliards de chevaux-heures (soit 1 kilog.  $\frac{1}{2}$  de charbon par cheval-heure) ; 33 millions de tonnes de houille, en nombre rond ont donc été employés en France, en 1912, à produire de la chaleur, de la lumière, des produits métallurgiques, etc. Dans ces divers domaines, la Houille blanche à ses débuts s'est taillée une large part, mais la concurrence n'est pas directe, ni éliminatoire ; elle a eu au contraire, pour résultat, de pousser au progrès les industries retardataires, consommatrices de houille, et de les forcer pour ainsi dire à se développer. Telles sont par exemple les industries gazières si longtemps attardées dans la seule distribution de la lumière, à cause des hauts prix qu'elle comporte, alors que leur véritable tâche paraît être de distribuer de la chaleur. Les avantages si manifestes de la lumière électrique ont conduit en effet les sociétés gazières à développer la branche « chauffage » par les réductions de prix convenables et elles ont récupéré de ce côté une nouvelle clientèle plus importante que l'ancienne. La distribution de la lumière se trouve rentrer dès maintenant dans le rayon d'action directe des distributions d'énergie électrique susceptibles d'être alimentées par la « Houille blanche », alors que la distribution de la chaleur lui échappe encore. Mais tout dépend du cours du charbon, et aussi des avantages propres à la « chaleur électrique ». Les fours électriques ont créé une métallurgie nouvelle. L'électrochimie se développe rapidement. La consommation domestique a employé en 1912, 12 millions de tonnes pour produire avec les gaspillages que l'on sait, une quantité, probablement fort petite, de calories utiles. On peut espérer que les canalisations régionales d'électricité concourront bientôt, avec les canalisations urbaines de gaz, à alimenter économiquement et hygiéniquement les foyers et les fourneaux.

C'est en résumé à la totalité du charbon consommé en France (soit 60 millions de tonnes en 1912), que la Houille blanche pourrait prétendre se substituer soit directement, soit

indirectement, soit par l'intermédiaire de réseau électrique pour les petits foyers, soit par la création d'usines spéciales indépendantes pour les gros centres de fabrication. Cette substitution nécessitant des transformations et des déplacements d'industries, dût-elle être totale, ne pourrait être dans tous les cas, que fort lente. Il faudrait, pour la réaliser, sur la base des statistiques de 1912, une production annuelle d'énergie hydro-électrique qu'on peut évaluer approximativement à 40 ou 60 milliards de chevaux-heures, suivant qu'on admet pour l'équivalence du cheval-heure, 1 kilog et demi ou 1 kilogramme de charbon.

CONSOMMATION ET TRAVAIL DES MACHINES D'INDUSTRIES DIVERSES EN 1912

NOMBRE DE MACHINES	PUISSANCE TOTALE DES MACHINES (en HP)	PUISSANCE MOYENNE (EN HP)	QUANTITE de CHARBON consommée en 1912 (en tonnes)	TRAVAIL annuel mesuré sur l'arbre DES MACHINES (en ch. H.)	NOMBRE D'HEURES par an de travail à pleine puissance en 1912
(1)	(2)	(3) = (2) / (1)	(4)	(5) = (4) × 1.000	(6) = (5) / (2)
83.091	3.349.000	40	18 000.000	1.510.000 000	1 373

Examinons maintenant dans quelle mesure les ressources hydrauliques de la France, leur distribution territoriale et l'ensemble des autres données économiques, permettront d'escompter une substitution semblable.

III

APERÇU SUR L'IMPORTANCE DES FORCES HYDRAULIQUES DE LA FRANCE, ET LES POSSIBILITÉS D'AMÉNAGEMENT INTÉGRAL.

Les publications des Services d'études des Grandes forces hydrauliques, assurées par le Ministère de l'Agriculture, grâce à l'intervention de M. DABAT, Directeur général des Eaux et Forêts, fournissent, en ce qui concerne la région des Alpes, mise à l'étude en 1903, les éléments d'un inventaire assez précis.

Au tome VIII qui vient de paraître, M. DE LA BROUSSE, résumant, dans une très intéressante notice, la situation au commencement de 1916, évalue à 15 milliards de kilowatt-heures au moins (ou 20 milliards de chevaux-heures environ), l'énergie totale que pourront fournir les cours d'eau des Alpes; le jour où leur puissance moyenne, évaluée à 3.000.000 HP, sera complètement aménagée.

COURS D'EAU	USINE	HAUTEUR de CHUTE	PUISSANCE	
			correspondant au débit caractéristique moyen	NOMINALE installée
		Mètres	HP	HP
Arve .....	Chetde .....	135	6.700	18.000
Le Bon Nant...	Le Fayet .....	165	6.500	12.600
Arc .....	La Saussaz .....	69	9.000	17.800
Arc .....	St Jean-de-Maur.	67	11.500	23.600
Romanche .....	Livet .....	58	9.000	21.000
La Durance .....	L'Argentière ..	148	25.000	40.000

Pour l'ensemble de la France, M. DE LA BROUSSE avait supposé en 1904, en comparant les surfaces, que la Puissance hydraulique correspondant aux débits caractéristiques moyens, pourrait s'élever au triple de celle des Alpes, soit à 9 ou 10 millions, et la quantité totale d'énergie correspondante à 60 milliards de chevaux-heures au moins.

Le Service des Grandes Forces Hydrauliques des Pyrénées sera prochainement en mesure de publier des résultats qui apporteront, en ce qui concerne cette région, de nouvelles précisions.

Mais dès maintenant, on peut s'apercevoir qu'en évaluant les Forces Hydrauliques essentiellement variables, sur la base de leur débit caractéristique moyen, c'est-à-dire en supposant qu'on n'utilisera que les débits assurés pendant au moins six mois de l'année, on fait une hypothèse extrêmement timide. En réalité, les statistiques des usines hydrauliques des Alpes en 1916, montrent que la puissance nominale installée est très supérieure à celle qui correspond aux débits caractéristiques moyens. Elle atteint 738.000 HP, alors que la puissance qui correspond aux débits caractéristiques moyens, est de 428.000 et la puissance minimum de 215.000 HP.

Des causes de diverses sortes ont amené les industriels à dépasser ainsi dans leurs aménagements la base des débits de six mois. L'industrie électro-métallurgique ou électrochimique qui s'accommode d'une fabrication intermittente suivant le régime capricieux des cours d'eau, a trouvé avantageux d'utiliser des débits de cinq mois; trois mois, etc... et cette évolution paraît destinée à s'accroître.

Un grand nombre d'usines sont dans ce cas, parmi lesquelles on peut citer celles du tableau précédent.

Les entreprises de distribution ont de leur côté, dans leurs installations les plus récentes, évolué dans le même sens, pour d'autres motifs. Les clients que des entreprises ont à satisfaire ne s'accommodent nullement du régime capricieux des cours d'eau, et sont, au contraire, pour la plupart, fort exigeants et fort capricieux. De plus en plus cependant les entreprises de distribution parviennent à corriger, les unes par les autres, les irrégularités des demandes de leur clientèle, et même à compenser les pénuries des cours d'eau, de régimes différents qu'elles aménagent. Comme d'autre part, les Sociétés de distribution d'énergie sont toutes conduites à employer comme usines de secours des usines thermiques consommant du charbon, il en résulte qu'elles trouvent intérêt de plus en plus, à mesure que leur rayon d'action s'étend (il faut ajouter à mesure que le prix du charbon augmente) à utiliser des débits de cinq mois, de quatre mois, de trois mois, etc.

On peut citer, entre autres, dans cet ordre d'idées, les usines appartenant à la région des Alpes qu'indique le tableau ci-après.

COURS D'EAU	USINE	HAUTEUR de CHUTE	PUISSANCE	
			correspondant au débit caractéristique moyen	NOMINALE installée
		Mètres	HP	HP
Le Bréda .....	Arvillard .....	500	3.000	11.000
Le Drac .....	Avignonet .....	23	5.000	10.500
Eau-d'Olle .....	Le Vernet-d'All.	356	8.500	19.500
Romanche .....	»	57	6.300	12.000
La Durance .....	Ventavon .....	50	22.000	31.000
La Siagne .....	Saint-Césaire ..	350	5.000	13.000

Un type caractéristique à l'heure actuelle de l'usine pouvant être armée pour utiliser des débits bien supérieurs aux débits moyens, est l'usine de Tuilière sur la Dordogne, fonctionnant à l'aide d'un barrage de 12 mètres de hauteur, outillée avec 9 groupes de 2.700 HP, soit en tout 24.300 HP.

La hausse des prix du charbon, occasionnée par la guerre,

pousse énergiquement les exploitants d'usines hydrauliques à utiliser une part de plus en plus grande des débits surabondants qu'ils négligeaient. Partout où les travaux complémentaires à exécuter n'entraînent ni trop grandes dépenses ni trop longs délais (c'est le cas des hautes chutes et aussi des chutes créées par des barrages ne comportant que de courtes derivations), des travaux d'agrandissement sont entrepris, de nouveaux groupes de turbines s'ajoutent aux anciens.

Assurément les nouveaux groupes ont une durée de travail moindre. En doublant la puissance installée, on ne double pas la quantité d'énergie produite. La limite de l'énergie supplémentaire qu'on peut produire par ces accroissements successifs d'outillage est mesurée par le volume des eaux non utilisées par l'outillage primitif. Si  $n$  est le rapport des eaux perdues aux eaux utilisées pour produire une quantité d'énergie  $E$ ,  $n \times E$  sera la limite de l'énergie supplémentaire. La détermination du point où l'opération cessera d'être fructueuse dépendra des conditions spéciales à chaque cours d'eau et à chaque usine. On ne peut, *a priori*, condamner, au point de vue économique, le principe de turbines ne tournant que un, deux ou trois mois par an quand on voit la pleine puissance des locomotives, n'être utilisée en moyenne que 15 jours par an. On doit au contraire, considérer comme beaucoup trop rigide le principe des usines hydrauliques aménagées sur la base du *débit caractéristique moyen*, c'est-à-dire utilisant leur pleine puissance neuf mois par an.

Donc, à la quantité totale d'énergie hydraulique  $E$ , susceptible d'être produite par l'utilisation des débits de six mois, quantité évaluée ci-dessus pour toute la France à 60 milliards de chevaux-heures, pourra venir s'ajouter l'énergie supplémentaire produite par des débits supplémentaires de cinq mois, quatre mois, trois mois, deux mois, un mois ; quantité limitée à  $n \times E$ . Si  $n$  était égal à un, c'est-à-dire s'il y avait équivalence entre les débits utilisés et non utilisés par les usines aménagées sur la base des débits caractéristiques moyens, c'est à 120 milliards de chevaux-heures qu'il faudrait fixer la limite de la quantité d'énergie susceptible d'être produite par des usines utilisant en plus les débits supplémentaires intermittents de cinq mois, quatre mois, trois mois, etc., c'est-à-dire l'intégralité des débits du cours d'eau.

Sans doute, on restera loin de la limite de l'aménagement « intégral » pour les cours d'eau présentant des écarts considérables entre les étiages et les crues. La question s'est d'ailleurs posée, un peu partout, de réduire cet écart par des réservoirs, plus ou moins grands, corrigeant les pénuries et atténuant les crues.

Dans les Alpes où les bons emplacements sont rares, on a envisagé la création, sur la Durance et le Verdon, de barrages très élevés dont la construction ne peut être l'œuvre d'un jour. Plus modestes et plus aisément réalisables sont les aménagements, à grandes altitudes, de petits lacs ou de réserves artificielles, qui assurent, dans les Pyrénées, le fonctionnement des usines hydrauliques à hautes chutes les plus importantes. C'est avec raison qu'on projette de multiplier ces aménagements dans les massifs montagneux imperméables des Pyrénées et du Plateau Central qui s'y prêtent, car ils constituent à plusieurs points de vue (à la condition qu'ils soient exploités solidairement avec les basses chutes), le mode d'utilisation le plus rationnel et le plus complet, de la richesse hydraulique. Avec des réservoirs dont la capacité permet d'emmagasiner la totalité des débits d'un petit bassin montagneux, pour ne les utiliser qu'au moment même de

l'emploi, aucun volume d'eau n'échappe aux turbines. L'utilisation est totale et se fait exactement au moment des besoins. Il y a un intérêt évident à pousser, dans ce cas, l'armement de l'usine bien au-delà de ce qui est nécessaire pour utiliser le débit caractéristique moyen. Grâce à cet armement, en ne faisant travailler l'usine que pendant la saison sèche, on pourra suppléer aux défaillances de la production des usines inférieures, réduites par les pénuries. D'ailleurs, les débits lâchés à ce moment contribueront pour leur part à corriger les étiages des cours d'eau. En multipliant les petits réservoirs dans les régions qui s'y prêtent, on peut progressivement et avec le minimum de dépenses, obtenir, sinon la régularisation parfaite des cours d'eau, objectif qu'il n'est nullement nécessaire d'atteindre, tout au moins la régularisation du marché de l'énergie, dont les besoins ont, suivant les heures de la journée et les saisons de l'année, leurs variations propres.

Le type des usines de ce genre, appelées à accentuer leur rôle de régularisation par l'augmentation de leur armement, est l'usine d'Orlu dans les Pyrénées, qui utilise sous une chute de 936 m. les eaux du lac Naguilhe aménagé à l'altitude de 1.850 m., de manière à fournir une réserve de 13 millions de mètres cubes.

Avant la guerre, la Société Pyrénéenne disposait, à Orlu de trois groupes de 3.500 HP chacun soit en tout 10.500 HP.

Depuis, la Société a surélevé de 2 mètres le barrage du lac de Naguilhe pour augmenter sa réserve et a créé deux groupes nouveaux de 3.500 HP qui portent à 17.500 HP la puissance maximum de l'usine. La Société combine avec l'accroissement de la réserve d'Orlu, l'utilisation de quantités d'énergies supplémentaires et intermittentes produites par ses usines du Tarn, de l'Adour, de l'Ariège.

Les usines utilisant, comme celle d'Orlu, sans aucune perte notable autre que l'évaporation, la totalité des précipitations (eau ou neige), reçues par un bassin montagneux, échappent, il faut insister sur ce point, à l'inventaire dressé par les services d'études des Grandes Forces Hydrauliques sur la base des débits caractéristiques moyens. Ce n'est pas avec le moulinet, mais avec le pluviomètre qu'on peut évaluer cette catégorie supplémentaire de la richesse hydraulique. Or, les publications les plus récentes des services météorologiques de la Suisse et de la France, montrent que le phénomène de l'accroissement des précipitations avec l'altitude est beaucoup plus accentué qu'on ne l'avait supposé jusqu'ici. Dans la région des Pyrénées, par exemple, alors que les plaines de l'Aude et de la Garonne reçoivent par an 0 m. 50 à 0 m. 80 de pluie, la chaîne des Pyrénées et même, en face, celle bien moins élevée de la Montagne Noire, reçoivent 0 m. 80 à 1 m. 50, soit plus du double. C'est là un fait assez mal connu jusqu'ici qui augmente la valeur des réservoirs montagneux, établis aux grandes altitudes, en terrains imperméables.

La France dont la superficie est de 500.000 kilomètres carrés reçoit chaque année une hauteur moyenne de 0 m. 80 de pluie, correspondant à un volume total égal à 400.000.000.000 mètres cubes d'eau. Cette masse d'eau tombant de 390 mètres de hauteur (niveau moyen attribué par les auteurs qualifiés au sol de la France), produirait par an une quantité d'énergie égale à :

$$\frac{400.000.000.000 \times 10 \times 390}{3.600} = 433 \text{ milliards de chevaux-}$$

heures (le cheval hydraulique, étant comme à l'ordinaire, compté sur la base du poncelet de 100 kilogrammètres).

Ce chiffre qui ne tient pas compte des pertes d'eau de

toutes sortes dues aux évaporations, aux infiltrations, etc., non plus que des pertes dans la captation de l'énergie, dues aux formes mêmes du sol, et aux irrégularités des précipitations, fournit cependant, comparé aux 60 milliards de chevaux-heures qui représentent l'énergie attribuée aux débits caractéristiques moyens des cours d'eau, un aperçu intéressant sur la supériorité, à surfaces égales, du système de l'aménagement direct des bassins montagneux imperméables.

En résumé, en tenant compte de la double marge correspondante : 1° à l'utilisation progressive des débits intermittents d'une durée inférieure à six mois ; 2° à la création de réserves dans les bassins montagneux imperméables, il semble qu'on puisse espérer tirer des ressources hydrauliques de la France une quantité d'énergie bien supérieure aux 40 ou 60 milliards de chevaux-heures qui correspondent à la totalité du charbon consommé.

Est-ce là une raison de penser que la Houille blanche est destinée à se substituer intégralement à la Houille noire ?

Les statistiques ne permettent guère, comme on va le voir, d'escompter une éventualité semblable.

(A suivre.)

René TAVERNIER,

Inspecteur général des Ponts et Chaussées, en retraite.

## PREMIER CONGRÈS GÉNÉRAL DU GÉNIE CIVIL NATIONAL ET INTERALLIÉ à Paris (1917-1918)

Personne ne se fait d'illusions sur les difficultés qu'auront à surmonter notre Industrie et notre Commerce après la guerre, quelles que soient les conditions de paix que nos armes nous permettront d'imposer.

Les Allemands s'apprêtent à prendre une revanche sur le terrain industriel, grâce à une organisation dont nous avons déjà éprouvé la force irrésistible. Etroitement solidarisés, ils ne constituent pour ainsi dire qu'une seule Société de Production, qu'une unique Maison de commerce, redoutable « militarisme commercial » comme l'a appelé M. Clémentel.

Si les Français n'y prennent pas garde, s'ils s'obstinent dans leur individualisme étroit, s'ils ne renoncent pas au stérile antagonisme de leurs efforts, ils seront une proie facile pour un ennemi si étroitement uni et discipliné.

Nous devons, sans perdre une minute, nous préparer à la défensive, et c'est là le but essentiel que s'est proposé le *Congrès Général du Génie Civil*. C'est dans l'espoir de rallier tous les Français que le Congrès fait appel à tous les savants, aux administrateurs techniques et financiers, aux ingénieurs, aux industriels et aux agriculteurs de tous rangs pour déterminer les règles sévères d'union sacrée qui s'imposent à notre patriotisme, si nous ne voulons pas succomber à la guerre économique.

Le Congrès ne négligera pas de fonder sur des bases solides l'apprentissage et l'enseignement professionnel à tous les degrés. Il fera la guerre aux gaspillages d'énergie, d'intelligence, de main-d'œuvre, étudiera le taylorisme et les salaires modernes, cherchera des formules de conciliation à la lutte de classes. Spécialisation des manufactures, hygiène et prévoyance sociale, régime bancaire, statuts miniers, grands travaux publics, propriété industrielle, tous ces problèmes trouveront leur solution rationnelle et équitable.

Le salut de l'industrie française est en jeu ; tous les producteurs comprendront la nécessité de rompre avec nos anciennes erreurs et répondront sans hésiter à l'appel que leur adresse le Comité d'Organisation du Congrès.

### ORGANISATION GÉNÉRALE DU CONGRÈS

SON BUT. — Les buts du premier Congrès du Génie Civil sont nettement définis par son sous-titre « *Assises Générales de l'Indus-*

*trie pour l'Etude et la Mise en Œuvre des Programmes d'Après-Guerre* ». Notre pays en effet va, plus encore que nos Alliés, se trouver, dès la cessation des hostilités, en présence de difficultés considérables qu'il faut nous préparer dès maintenant à résoudre avec méthode et suivant un plan bien réfléchi, car nous savons que de leur côté nos ennemis ont déjà pris toutes leurs dispositions pour continuer la lutte sur le terrain économique.

Que de problèmes à examiner ! Avant tous autres, ne devons-nous pas une attention *immédiate* à la reconstruction, dans les régions envahies, de nos villes odieusement dévastées, au relèvement de nos usines anéanties, et à la remise en état de culture des champs bouleversés ? Il faut non seulement faire vite, mais encore profiter de toutes les conquêtes récentes du Génie Civil, de l'urbanisme et de l'hygiène des habitations pour que la reconstruction apporte par sa perfection un léger dédommagement aux victimes des barbares. Il y a là une première œuvre de solidarité et de réparation à laquelle personne ne marchandera son intelligence ni ses efforts.

Mais à côté de ce programme, auquel le Congrès ne faillira pas, il faut aussi songer, au *redressement* presque intégral de notre édifice industriel tout entier.

L'industrie française doit se mettre résolument sous l'égide de la science ; elle doit se dire que désormais il n'est aucune entreprise qui puisse prospérer en dehors des voies tracées par la haute technique appliquée, aucune industrie qui puisse se dispenser d'un contrôle mécanique, physique ou chimique, aucune branche des Arts et Manufactures qui puisse faire fi des méthodes modernes de spécialisation, de solidarité professionnelle et de discipline dans la production qui ont fait la force de nos adversaires.

Pour que notre industrie redevenue puissante, elle a à résoudre les multiples problèmes de main-d'œuvre et de salaires, d'organisation persévérante de la motoculture, d'industrialisation généralisée des produits du sol et du sous-sol, de réglementation des mines, des carrières et des forces hydrauliques naturelles, de révision des voies ferrées, d'outillage des ports, d'instruction technique et professionnelle à tous les degrés, d'hygiène et de prévoyance, de propriété industrielle, de législation interalliée unifiée, de création de banques d'affaires, etc...

Nous devons encore seconder ou provoquer en France, ou éventuellement chez nos Alliés, la création de nouvelles industries et chercher l'ouverture de débouchés extérieurs, étude qui nous conduit naturellement à trouver des terrains d'entente avec nos Alliés, à nous concerter étroitement avec eux pour nous compléter les uns les autres, pour échanger nos spécialités, et enfin pour nous défendre efficacement contre les exportations à tous prix et contre l'envahissement méthodique de nos ennemis.

En un mot si le Génie civil a aujourd'hui plus que jamais l'obligation d'encourager tous les progrès techniques, de mettre au point les savantes conceptions de nos inventeurs et de favoriser l'outillage qui économise la main-d'œuvre, ses études les plus urgentes doivent pourtant se tourner du côté des problèmes généraux d'organisation et de réorganisation de toutes nos industries, car ils priment tous les autres. Ce sera là le programme essentiel du premier Congrès du Génie Civil.

SON ORGANISATION. — Ainsi définie, la proposition du Congrès a rallié *l'unanimité* des suffrages de toutes les Sociétés savantes ou techniques dont l'appui a été sollicité. Le Congrès répond donc bien aux nécessités de l'heure présente, et il s'agit maintenant de l'organiser.

Tout en se réclamant du concours de toutes les collectivités se rattachant à l'industrie, le Congrès ne répondrait pas à la généralité de son programme, à la fois national et interallié, s'il se bornait à créer une sorte de Fédération temporaire de toutes ces collectivités et il risquerait de se heurter à des questions de prééminences. C'est à titre individuel que chacun doit nous apporter son concours.

C'est une *mobilisation générale* momentanée de tous nos savants, ingénieurs, techniciens, praticiens et administrateurs industriels, en vue d'unir toutes les forces vives de la France pour