

Paris, car elle pourra employer la majeure partie de la force à courte distance.

L'énergie serait comptée comme suit, prise aux bornes :

Par cheval permanent garanti 3.100 kwh. à 4 c.	124	} 174
» » » 3 340 kwh. à 1 c. 5.	50	

On peut supposer les mêmes consommations de force que pour la Ville de Paris. On aura alors :

CONSOUMATIONS	MILLIERS DE FRANCS	MILLIERS DE KWH.
60.000 chev. permanents garantis à 174.	10,440	386,400
100.000 chev. en moyenne, non garantis, à 3 c. le kilowath.....	9,300	310,000
Plus pour la nuit, à 1 c. 5.....	1,500	100,000
TOTAUX (Fr. et kwh.).....	21,240	796,400

La Compagnie P.-L.-M. comme la Ville de Paris auront, bien entendu, à s'adresser aux Centrales thermiques pour remplacer, en temps de basses eaux, la force électrique qui manquera sur quantités non garanties.

Cette moyenne d'environ 150 000 chevaux correspond à plus de moitié de la dépense de force du réseau. Il est intéressant de noter, en regard du chiffre de 21 millions, celui des achats de combustibles, qui ont été, pour 1917, de 190 millions et, en année normale, de 50 millions. Les réductions de prix prévues sont donc très larges. D'autre part il n'y aura pas, de longtemps, intérêt à faire la grosse dépense de l'électrification pour les petites lignes, qui usent peu de charbon.

Sur les 120.000 chevaux d'étiage qui resteront disponibles pendant le jour, une fois l'aménagement complètement effectué, 10.000 sont à réserver pour le service du canal (hâlage, éclusage, draguage et criblage des graviers). L'exploitation du canal pourra donner 15 millions de recettes brutes, savoir 2 à 3 millions de tonnes à 4 ou 5 fr. sur le Rhône inférieur, 5 millions de recettes sur les autres sections. Avec un coefficient d'exploitation de 50 à 60 %, il reste net..... 6,000 p. 50,000

Les 110.000 chevaux livrés graduellement à l'industrie donneront, après transport, 95.000 chevaux nets, à 6 c. 8 le kwh. ou 150 fr. le cheval..... 14,250 p. 242,000

Le refoulement des eaux d'irrigation la nuit ou en temps de crue donnera, à 2 c. le kwh., pompage compris.. 2,000 p. 100,000

Restent disponibles comme forces irrégulières de jour ou forces de nuit : 2.524.000.000 kilowattheures.

Le placement en sera plus lent, mais vu le prix très réduit, lorsqu'on aura exécuté tout l'aménagement, on pourra écouler en moyenne, 200.000 chevaux de jour non garantis, à 5 c. le kwh. ou 110 fr. pour 2,500 kwh. déchets compris 22,000 p. 500.000

100.000 chevaux de nuit, pour fabrications spéciales, à 2 c. 5 ou 55 francs..... 5,500 p. 250,000 5,500 p. 250,000

En comptant à 1 c. 2 les kilowattheures restant sans emploi, pour des usines installées en pleine vallée du Rhône et sur le chemin de fer, exploitées soit directement, soit par sociétés filiales, on pourra aborder avec profit n'importe quelle fabrication électro-chimique ou électro-métallurgique, même avec le surcroît de frais dû aux intermittences.

Soit comme produit, à 1 c. 2 avec 20 % de pertes..... 17,030

Ce qui donne comme récapitulation générale :

EMPLOIS DE L'ÉNERGIE	MILLIERS DE FRANCS	MILLIERS DE KWH.
Ville de Paris.....	17,730	796,400
Compagnie P.-L.-M.....	21,240	796,400
Exploitation du canal.....	6,000	50,000
Force de jour garantie.....	14,250	242,000
Force de jour non garantie....	22,000	500,000
Force de nuit.....	5,500	250,000
Fabrications électro-chimiques..	17,030	1.774,000
Pompage pour irrigations.....	2,000	100,000
TOTAUX RÉCAPITULATIFS....	105,750	4.508,800

Soit, comme produit, presque la somme nécessaire pour rémunérer et amortir le capital entier, la subvention de l'Etat comblerait et au-delà le déficit.

D'après ces nouvelles prévisions, les chiffres portés à l'art. 5 du projet de statuts pour la force cédée à la Ville de Paris, seraient à modifier (réduction d'environ 60 % sur 60.000 chevaux permanents).

La Compagnie concessionnaire se bornerait, au début, à l'exécution du barrage de Génissiat et de deux (ou trois) autres choisis comme types d'expériences. Elle pourrait, en cas de résultats défavorables, renoncer à la concession contre remboursement des dépenses approuvées.

Jean MAITRE, Ingénieur,
Conseiller général du Haut-Rhin

LE PROJET RHONE-LÉMAN

Nous devons publier dans ce Numéro le texte du nouveau Projet d'Aménagement des Forces Hydrauliques et de la Navigation du Haut-Rhône, dit Projet RHONE-LÉMAN, présenté par notre Collaborateur et Ami, M. G.-A. MAILLET, Ingénieur E. C. L., que ses fonctions de Directeur d'importants Ateliers de Construction grenoblois ont spécialisé depuis longtemps dans les grands problèmes d'utilisation de la Houille Blanche.

Au dernier moment, l'Auteur, très absorbé par les fabrications de la Défense Nationale, nous écrit pour s'excuser de ne pouvoir nous communiquer ses documents en temps utile. Le Projet RHONE-LEMAN paraîtra donc dans l'un de nos plus prochains numéros.

Ce Projet, qui exclut tout barrage dans les gorges si tourmentées du Défilé de Bellegarde, et qui est étudié en vue d'une production d'énergie à peu près constante — la plus intéressante au point de vue de l'économie nationale — comporte l'établissement d'un ouvrage de dérivation, partie à ciel ouvert, partie en souterrain, sur la rive gauche du Rhône ; il est disposé pour permettre la Navigation. Il prévoit, en outre, l'utilisation, d'accord avec la Confédération Helvétique, de toute la capacité de réserve utile du Lac Léman pour la régularisation du débit du Rhône, à son entrée en France, pendant la période annuelle des basses eaux.

N. D. L. R.

LA HOUILLE BLANCHE PENDANT LA GUERRE

Communication faite le 22 mars 1918 à la séance solennelle de la Société des Ingénieurs civils de France, à l'occasion du Premier Congrès général du Génie civil, par M. le Commandant Henri CAHEN, chef du Service des Forces motrices au Ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre.

Bien des esprits d'un pessimisme incoercible ne veulent pas croire à l'avenir des emplois de notre houille blanche quand on base sur leur rapide développement des projets d'amélioration à notre outillage national. Nous leur conseillons de méditer la « leçon de choses » qui se dégage de l'exposé ci-dessous dont la force de documentation est mise en valeur avec un talent égal à l'autorité de son auteur.

INTRODUCTION

Messieurs, la guerre a mis en complète évidence le rôle considérable de la houille blanche : elle est devenue un facteur important de la défense nationale. Ses applications se multiplient chaque jour et envahissent toutes les branches de notre vie économique et sociale : distribution de la lu-

mière et de la force, électro-chimie, électro-métallurgie, traction électrique, et bientôt, je n'en doute pas, agriculture. Des capitaux considérables y sont investis. Une législation spéciale est en discussion depuis de nombreuses années.

Je n'ai nullement l'intention de traiter devant vous cette vaste question dans son ensemble : je me bornerai simplement à vous entretenir, comme la Société des Ingénieurs civils m'a fait l'honneur de me le demander, de l'utilisation de nos forces hydrauliques pendant la guerre.

Je voudrais vous donner, tout d'abord, en un très bref résumé, le bilan de l'industrie de la houille blanche à la veille de la guerre. Je vous exposerai ensuite l'effort réalisé pendant la guerre, les difficultés rencontrées, les mesures prises pour les surmonter et les résultats obtenus.

I. — LA HOUILLE BLANCHE AVANT LA GUERRE

Messieurs, nous assistons depuis un an ou deux, à une évolution caractéristique : il semble que dans beaucoup de milieux l'on soit en train de découvrir la houille blanche, comme si elle venait de naître ; les revues et les journaux lui consacrent de nombreux articles. La houille blanche, grâce à la crise de la houille noire, est devenue populaire.

Cependant, avant la guerre, des résultats importants avaient été obtenus après une lutte de près d'un demi-siècle.

C'est en 1867 et 1868 que M. Fredet, industriel audacieux, installait à Brignoud, près de Grenoble, la première haute chute de 160 mètres de hauteur, pour la création d'une nouvelle papeterie. C'est en 1868 et 1869 que M. Aristide Bergès créait, à son tour, à Lancey, une chute de 200 mètres de haut, bientôt portée à 400, puis à 500 mètres.

L'industrie de la houille blanche était née et un premier stade de l'utilisation de nos forces hydrauliques commençait. Au début, l'énergie électrique produite était consommée sur place, notamment par les industries de la papeterie et les industries électro-chimiques. Mais bientôt grâce aux expériences de M. Marcel Desprez, en 1883, le transport de l'énergie électrique à distance était créé, et dès lors, les développements de la houille blanche marchèrent à grands pas : Aménagement de chutes de plus en plus hautes grâce aux progrès réalisés dans la fabrication des conduites en tôle et des turbines ; utilisation au loin des puissances permanentes dans les distributions d'énergie ; utilisation sur place des débits variables par l'industrie électro-chimique ; naissance de l'industrie électro-métallurgique ; début des applications à la traction électrique ; telles furent les caractéristiques du deuxième stade de l'industrie de la houille blanche.

Le Congrès de la Houille blanche tenu en 1902, à Grenoble, avait réuni autour des pionniers de l'industrie naissante, toute une élite de savants, d'hommes politiques et d'industriels.

En septembre 1914, devait s'ouvrir à Lyon, le deuxième Congrès de la Houille blanche qui aurait fait la synthèse des progrès réalisés pendant les dix années précédentes, établi le bilan de la situation et marqué la voie dans laquelle on, devait entrer pour réaliser des progrès encore plus grands. La guerre a malheureusement empêché ce Congrès de se tenir et d'établir à cette date l'inventaire de nos richesses hydrauliques aménagées ou disponibles. Mais il est possible néanmoins de s'en rendre compte avec une approximation suffisante.

PUISSANCE DISPONIBLE

Le premier élément de ce bilan serait de connaître exactement la puissance hydraulique que renferme la France. Les chiffres donnés ont varié souvent, ce qui n'a rien d'éton-

nant, je crois même qu'actuellement il est probable qu'aucun pays n'a encore achevé l'inventaire complet et sûr de ses richesses hydrauliques.

L'établissement de cet inventaire présente en effet des difficultés d'autant plus grandes que la technique des installations hydro-électriques varie elle-même et progresse constamment.

Au début de la houille blanche, les usines étaient établies uniquement pour la puissance d'étiage des cours d'eau. Ensuite, on a admis l'utilisation de puissances supérieures et notamment, des *débits caractéristiques moyens*, c'est-à-dire, de ceux au-dessous desquels les rivières ne descendent pas plus de six mois par an.

Enfin, actuellement, on envisage l'utilisation de débits encore plus exceptionnels, et dans beaucoup d'usines nouvellement créées, les installations ont été faites pour pouvoir utiliser même des débits de trois mois.

Ce progrès en entraîne un autre : l'augmentation et surtout la régularisation des débits utilisables des rivières par l'installation à l'amont, de bassins régulateurs constitués, soit par l'aménagement de lacs naturels, soit par la création même de grands réservoirs artificiels. Il y a là, pour la meilleure utilisation de nos richesses hydrauliques, une voie féconde dans laquelle il est indispensable d'entrer résolument.

En tout cas, ces considérations montrent que la puissance que peuvent fournir nos rivières augmente au fur et à mesure que se perfectionnent les moyens d'utiliser leur débit ; et on comprend très bien, par suite, quelles difficultés cette évolution ajoute à celles déjà très grandes rencontrées par le Service d'Etudes des Grandes Forces Hydrauliques dans l'estimation complète de nos richesses hydrauliques.

D'après l'évaluation la plus récente faite en 1917, par le Ministère des Travaux Publics, les puissances disponibles sur les cours d'eau du Domaine public s'élèveraient à 2.460.000 HP, dont :

1.710.000 HP dans le bassin du Rhône.
375.000 » dans le bassin de la Garonne.
325.000 » dans le bassin de la Loire.
50.000 » répartis entre les autres bassins.

Mais, malgré le travail considérable déjà accompli, l'inventaire complet des puissances des rivières non navigables ni flottables n'a pu être encore terminé.

Il semble donc qu'il y a lieu de continuer à adopter provisoirement les chiffres établis avant la guerre par M. DE LA Brosse, et d'après lesquels la France entière disposerait à l'étiage d'environ 4.600.000 HP, et en eaux moyennes, d'environ 8.000.000 HP.

PUISSANCE AMÉNAGÉE

En face de cette puissance disponible, il y a lieu d'examiner quelle était la puissance aménagée. Cette puissance qui s'était élevée de 1868 à 1899, à 115.000 HP, était en 1902, au moment du Congrès de Grenoble, de 200.000 HP, en 1906 de 350.000 HP, et devait s'élever, à la veille de la guerre, à environ 750.000 HP, dont 350.000 pour le transport de force, et 400.000 pour les industries électro-chimiques et électro-métallurgiques.

Les capitaux investis représentaient environ :

Fr. : 800.000.000, répartis de la manière suivante :

Distribution d'énergie.....Fr. 500.000.000

Electro-chimie, électro-métallurgie

et industries diverses.....Fr. 300.000.000

La proportion de la puissance installée, soit 750.000 HP

relativement à la puissance disponible estimée à 8.000.00 HP moyens, s'élève donc environ au dixième.

Cette proportion assez faible a fait l'objet de vives critiques dans lesquelles on n'a peut-être pas assez tenu compte des difficultés techniques et financières qui ont accompagné la naissance d'une industrie nouvelle aussi complexe et aussi difficile, et qui rendaient indispensable de n'avancer au début que par étapes.

Ces critiques ont paru renforcées par certaines statistiques concernant l'utilisation des forces hydrauliques dans les pays étrangers. Or, il me semble que ces statistiques n'avaient pas été assez approfondies.

Je ne citerai qu'un seul exemple : la Suisse qui, proportionnellement à sa superficie est un des pays les plus riches du monde en houille blanche. Or, en 1908, la Suisse passait pour avoir utilisé la moitié environ de ses forces disponibles telles qu'elles étaient évaluées alors (1).

En 1911, ce chiffre de 50 pour 100 avait déjà été ramené par M. Robert PINOT, dans son rapport sur l'Exposition de Bruxelles à 25 pour 100. Cette proportion réduite est encore trop élevée.

En effet, l'inventaire des forces hydrauliques suisses était alors incomplet pour les mêmes raisons que celles que j'ai indiquées pour les forces hydrauliques françaises.

Au début de 1914, à l'occasion de l'Exposition Nationale Suisse, une statistique beaucoup plus précise a été publiée, elle est due à MM. BESSARD et GHEZZI, tous deux ingénieurs au Service Hydrographique Fédéral.

De ces statistiques, il résulte que la totalité des forces hydrauliques suisses, en tenant compte de la création de réservoirs possibles et de l'utilisation des lacs, s'élève à une puissance moyenne de 3.000.000 HP.

La puissance moyenne installée était seulement de 400.000 HP environ.

Par conséquent, la proportion réelle de la puissance installée à la puissance disponible était en Suisse, à la veille de la guerre, non pas de 50 %, non pas même de 25 %, mais bien exactement de 16 %. Elle est donc un peu supérieure à la proportion française, mais la différence est loin de justifier les reproches faits à ce sujet.

Le fait est d'autant plus frappant que la Suisse, dénuée presque complètement de toutes mines de houille noire, à la merci complète de ses voisins pour les approvisionnements en charbon, était un des pays qui avait le plus grand intérêt à utiliser la totalité de ses richesses hydrauliques pour l'alimentation de ses usines et la traction électrique de ses chemins de fer. Elle en fait en ce moment la très dure expérience.

II. LA HOUILLE BLANCHE PENDANT LA GUERRE

Telle était la situation en 1914 au moment de la déclaration de guerre.

En outre, beaucoup d'installations hydrauliques nouvelles étaient en cours d'exécution. Comme pour toutes les usines, les chantiers furent fermés, les ouvriers renvoyés et la continuation des travaux remise à des jours meilleurs.

C'est au mois d'août 1915 que l'on songea de nouveau à utiliser et à intensifier nos ressources en houille blanche : de grands besoins de force électrique apparaissent déjà, non seulement pour les distributions d'énergie et nos usines de munitions, mais également pour développer nos industries métallurgiques et surtout nos industries électro-chimi-

ques qui avaient à fournir à nos armées la poudre, les explosifs et le matériel chimique de guerre.

Le Sous-Secrétariat d'Etat des Fabrications de Guerre prit l'initiative de faire appel aux industriels de la houille blanche : il leur demanda leur concours, non seulement pour terminer les installations qui étaient en cours en 1914 et qui avaient été suspendues, mais pour augmenter, si possible, la puissance des usines déjà aménagées, et surtout installer des chutes nouvelles.

Je n'ai pas besoin de vous dire que les industriels répondirent instantanément à cet appel.

DIFFICULTÉS. — Les difficultés étaient cependant nombreuses : difficultés de main-d'œuvre, de matériel, difficultés financières, difficultés légales. Tous les industriels ont rencontré beaucoup de difficultés ; mais certaines prennent une acuité bien plus grande dans la création des chutes, et les difficultés légales lui sont spéciales.

Main-d'œuvre. — La plupart des chutes sont faites dans les hautes vallées montagneuses à l'inverse des usines de munitions créées dans les villes. Tout y est particulièrement difficile, transport et ravitaillement. Il est presque impossible d'y travailler toute l'année : l'hiver, la neige chasse les ouvriers des hautes montagnes.

Les hautes eaux empêchent aussi de faire les barrages qui doivent être construits au moment des étiages.

Il est donc nécessaire de réunir à des dates précises pour des périodes en général d'assez courte durée, le maximum d'ouvriers pouvant être employés sur les chantiers.

Vous connaissez trop les grandes difficultés qu'a rencontrées et que rencontre encore le recrutement de la main-d'œuvre pour ne pas vous rendre compte quelles répercussions très grandes et quels longs retards ont pu parfois entraîner un délai plus ou moins long dans la réunion des travailleurs.

Le Ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre n'a cessé cependant d'apporter à cette question la plus grande attention et il a pu donner aux chantiers de chutes une main-d'œuvre parfois insuffisante, mais qui a été néanmoins un secours indispensable pour les industriels.

Matériel. — La question du matériel a été également une grande source de difficultés, notamment en ce qui concerne la fourniture des turbines pour lesquelles nous ne possédions, avant la guerre, qu'un petit nombre d'ateliers. Il a été nécessaire de les remettre en marche, mais la production a été insuffisante pour assurer dans les délais suffisants, la totalité des besoins. Il a donc fallu recourir à l'importation de turbines étrangères.

De nouveaux ateliers ont été créés récemment qui permettront, dans l'avenir, de nous soustraire à cette nécessité.

Les conduites forcées exigent des tôles de qualité spéciale et leur fabrication en quantité suffisante a nécessité un effort particulièrement difficile de nos forges et de nos constructeurs spécialistes.

Difficultés financières. — Les difficultés financières ont été également très grandes. En effet, dans l'industrie de la houille blanche, on est obligé d'engager immédiatement la totalité des capitaux que nécessite l'installation complète. On ne peut proportionner les frais de premier établissement au développement progressif de l'entreprise. Il faut que le barrage soit fait dans son intégralité dès le début ; que le canal soit prévu et créé immédiatement pour pouvoir débiter le débit maximum envisagé, que l'usine elle-même puisse re-

(1) M. GABRIEL. — Rapport au Congrès de la Houille Blanche de 1914 Tome I, page 119.

cevoir la totalité du matériel dont on aura besoin ultérieurement, et enfin, que les lignes de transport de force soient installées pour pouvoir transporter dans les centres de distribution le maximum de l'énergie qui sera utilisée.

Ces difficultés, déjà très grandes en temps de paix, se sont considérablement accrues en temps de guerre à cause de la majoration énorme de toutes les dépenses.

Un double problème se posait donc devant les industriels : d'une part, trouver les moyens de trésorerie, d'autre part, s'assurer la possibilité d'amortir la superdépense due à l'état de guerre.

Le Ministère de l'Armement a pu apporter à un certain nombre d'entre eux un concours intéressant sous forme d'avances remboursables dans un délai de dix ans après la cessation des hostilités. Beaucoup ont bravé ces obstacles et confiants dans l'avenir de la houille blanche, ont fait eux-mêmes la totalité de l'effort nécessaire, sans se laisser arrêter par l'incertitude très grande que présente l'avenir de certaines de ses industries, notamment des industries électro-métallurgiques et électro-chimiques.

Difficultés légales. — Enfin, la réalisation des chutes a été souvent entravée par les propriétaires refusant de vendre les terrains nécessaires à l'appui des barrages et au passage des canaux, ou bien exigeant des prix absolument déraisonnables, en un mot, faisant les *barreurs* de chutes.

L'Administration de la Guerre n'a pu, dans ce cas, faire procéder à l'expropriation ; la loi ne le permet pas. Elle n'a pu, quand tous les moyens de conciliation avaient échoué qu'offrir aux industriels de les aider par la réquisition, à condition que ceux-ci prennent l'engagement de se substituer à l'Etat en cas de difficultés à la fin de la guerre. Certains ont accepté et s'exposent ainsi à se trouver dans une situation véritablement délicate à la fin de la réquisition.

III. — PUISSANCE RÉALISÉE

Messieurs, malgré toutes ces difficultés : main-d'œuvre, matériel, dépenses, législation, un très gros effort a été fait dont une partie a déjà abouti et dont une autre partie, la plus intéressante, est en voie de réalisation.

Depuis le mois de novembre 1915, les chutes dont l'aménagement a été entrepris, et qui sont ou terminées ou en cours d'achèvement, comportent une puissance moyenne de 565.000 HP et une puissance installée ou à installer de 850 000 HP

La différence assez grande entre ces deux chiffres est la meilleure démonstration que l'on est entré dans la voie de

ANNÉES	PUISSANCE MOYENNE (EN HP)	PUISSANCE INSTALLÉE (EN HP)
1916-1917	80.000	120.000
1918	220.000	330.000
1919	120.000	175.000
1920-21	145.000	225.000
TOTAUX...	565 000	850.000

l'utilisation des forces temporaires et des gros débits d'éte si abondants dans les hautes chutes.

Sur ce total, dès la fin de 1917, une puissance installée de près de 120.000 HP hydrauliques était mise à la disposition de la défense nationale ; 380 000 HP doivent être mis en service pendant l'année 1918 et l'on peut résumer dans

le tableau ci-dessus, les étapes successives de mise en marche des chutes entreprises depuis fin 1915.

Si l'on rapproche ces chiffres de 450.000 HP et 850.000 HP, de la puissance de 750.000 HP installés au début de la guerre, on voit que l'effort entrepris depuis fin 1915, aura permis d'augmenter en trois années, l'utilisation des forces hydrauliques françaises de plus de 50 % et que fin 1921, en cinq années, la France aura été dotée d'une puissance nouvelle supérieure à la totalité de celle qui avait été réalisée pendant toute la période précédant la guerre : elle possédera, à cette époque, environ 1.600.000 HP aménagés (1).

Ce qui rend encore plus intéressant ces résultats, c'est que les puissances nouvelles aménagées ne sont plus concentrées dans les Alpes, mais qu'au contraire, toutes les régions de la France, même l'Ouest, y participent. Le tableau suivant le démontre :

RÉGIONS	PUISSANCE MOYENNE EN HP	PUISSANCE INSTALLÉE ou à installer en HP
Alpes	395.000	428 000
Pyrénées	110.000	185 000
Plateau Central	126 000	200.000
Jura et Vosges	32.000	35.000
Ouest	2 000	2 000
TOTAUX.....	565.000	850.000

Enfin, la répartition par industrie montre combien grand a été l'effort fait dans les industries chimiques et métallurgiques, qui intéressent tout spécialement la défense nationale.

EMPLOIS	PUISSANCE MOYENNE (EN HP)	PUISSANCE INSTALLÉE (EN HP)
Transport de force.....	208.000	308.000
Electro-Chimie.....	137.000	216 000
Electro-Métallurgie.....	220 000	326.000
TOTAUX... ..	565.000	850.000

Ce puissant effort de création a été également accompagné d'un gros effort financier, et on peut estimer au moins à Fr : 660.000.000, le total des capitaux nouveaux qui vont être investis dans l'industrie de la houille blanche.

Ces Francs 660.000.000 se répartissent, suivant les régions, et suivant l'utilisation, de la manière ci-dessous.

RÉGIONS	TRANSPORT DE FORCE	ÉLECTRO- CHIMIE	ÉLECTRO- MÉTALLURGIE	TRACTION ELECTRIQUE	TOTAUX
Alpes	160.000.000	55.000.000	98.000.000	»	315 000.000
Pyrénées	25.000.000	80.000 000	10 000.000	35 000.000	150.000.000
Massif central	76.000.000	10.000.000	72.000 000	»	158 000.000
Jura et Vosges	25.000.000	»	10.000 000	»	35.000.000
Ouest	4.000.000	»	»	»	4.000.000
TOTAUX...	290 000.000	145 000 000	190.000.000	35 000.000	660.000.000

(1) Il y a d'ailleurs lieu de remarquer que dans toutes les statistiques de cet ordre publiées jusqu'à ce jour, on ne tient compte que des usines d'une puissance supérieure à 500 HP. Si, au contraire, on voulait tenir compte de toutes les usines dont la puissance est inférieure à 500 HP et qui sont presque toutes incorporées dans les statistiques des pays étrangers, on obtiendrait un chiffre encore plus grand.

Ainsi, en 1916, la puissance hydraulique française aménagée, en

Si on se rappelle qu'on pouvait évaluer à environ :
Fr. : 800.000.000 la totalité des capitaux déjà engagés avant la guerre, il en résulte qu'en 1921, l'Industrie de la houille blanche, même en ne tenant compte que des entreprises déjà commencées, représentera une immobilisation de près de Fr. : 1.500.000.000 répartis de la manière suivante :

Transport de force.....	Fr. 865.000.000
Electro-chimie, électro-métallurgie et industries diverses.....	Fr. 500.000.000
Traction électrique.....	Fr. 95.000.000
Total	Fr. 1.460.000.000

VI. — ETUDE DE QUELQUES CHUTES

Messieurs, dans ce grand mouvement de mise en exploitation de nos forces hydrauliques, l'Etat est résolument entré, et actuellement, le Ministère de l'Armement et des Fabrications de Guerre aménage directement trois chutes qui resteront après la guerre la propriété de l'Etat.

L'une est aménagée sur la Corrèze : ce sera une chute de 166 mètres de haut, utilisant un débit variable de 750 litres à 5.000 litres, et pouvant produire, au moyen d'un canal d'aménée de 7 kms de long, une force variant de 1.200 à 8.000 HP. L'énergie hydro-électrique ainsi créée viendra remplacer de la manière la plus heureuse, l'énergie thermique qui alimente actuellement la Manufacture d'Armes de Tulle.

Les deux autres chutes aménagées par l'Etat sont dans la région des Pyrénées, sur la Neste du Louron : ces chutes de 161 mètres et de 228 mètres de hauteur utiliseront des débits variant de 765 litres à 4.250 litres, comporteront une puissance totale installée de 22.000 HP et donneront une puissance moyenne de 15.000 HP. L'énergie produite servira à alimenter un centre important de fabrication de cyanamide destinée à la production de nos explosifs et après la guerre, à servir d'engrais à l'agriculture.

La ville de Toulouse a pris l'initiative d'installer sur la Garonne, au Ramier du Château, une chute de puissance variable de 1.500 à 3.000 HP.

Pour les chutes faites par l'industrie privée, il serait trop long de vous en donner la nomenclature complète. Quoique l'effort de tous soit également méritoire et intéressant à tous les points de vue, je me bornerai à vous citer deux des chutes qui me paraissent les plus caractéristiques au point de vue génie civil.

La première synthétisera l'effort accompli en ce moment dans la voie de la régularisation des débits des rivières par la transformation en réservoirs des lacs des hauts plateaux. De nombreux travaux sont entrepris dans ce but. La Société Pyrénéenne d'Energie électrique a surélevé le lac de Naguille, et va augmenter beaucoup la puissance de son usine d'Orlu par l'aménagement du lac d'En-Beys.

Dans les Pyrénées encore, on est en train de capter le lac d'Oo pour créer, près de Bagnères-de-Luchon, un grand centre de fabrications électro-chimiques.

Les Forges et Aciéries Paul Girod vont aménager dans les Alpes une chute importante au moyen des eaux du lac de la Girolte.

tenant compte de toutes les petites usines, était la suivante, d'après les statistiques officielles :

Cours d'eau non navigables ni flottables	1.238 000 HP
répartis en 42 288 usines dont 42.027 de puissance inférieure à 500 HP	
Cours d'eau du domaine public.....	218 000 HP
Total	1 456.000 HP

CHUTE DES SEPT-LAUX. — Mais un effort particulièrement heureux a été réalisé dans ce sens par la Société Générale de Force et Lumière, au plateau des Sept Laux, dans le massif montagneux de Belladone. Au nord de ce massif, il existe un plateau bien connu de la clientèle alpine où se trouvent sept lacs étagés, dont quatre sur le versant nord et trois sur le versant sud. Ceux du versant sud se rattachent au bassin de l'eau d'Olle et seront prochainement aménagés. Les quatre du versant nord envoient leurs eaux dans l'Isère par le Bréda et la vallée d'Allevard. L'altitude du plateau varie entre 2100 et 2200 mètres.

Au pied du plateau, à Fond-de-France, l'altitude de la vallée du Bréda n'est que de 1.085 mètres. Il y avait là, sur un parcours très restreint, une chute verticale d'environ 1.000 mètres dans laquelle se perdait une énergie annuelle considérable, au moins 40.000.000 de Kwhs. On avait songé depuis longtemps à recueillir cette énergie et même à aménager les lacs en réservoir régulateur pour améliorer sur tout son développement le cours d'eau du Bréda où se trouvent déjà au moins sept grandes usines hydro-électriques. Le débit du Bréda est en effet fort irrégulier, et passe à l'extrémité du bassin de 2.500 litres-seconde à 9.000 litres-seconde.

Il s'agissait d'une œuvre considérable : aménagement, par la réunion de trois lacs, d'un réservoir de 10.000.000 M³ au moyen d'un tunnel de 1.560 mètres creusé à l'altitude de 2.000 mètres ; installation à Fond-de-France, à l'extrémité de la vallée du Bréda, d'une usine de 8.000 HP ; création à sa sortie d'un bassin compensateur de 20.000 mètres cubes permettant à l'usine de fonctionner comme station de pointe, pendant 10 heures sur 24.

Cette œuvre dont les difficultés étaient considérables puisqu'il fallait travailler presque continuellement à l'altitude de 2.000 mètres, avait rencontré beaucoup de sceptiques en temps de paix et encore plus en temps de guerre. Cependant, grâce à une énergie soutenue par une foi profonde, elle a pu être réalisée complètement et l'usine de Fond-de-France fonctionne depuis janvier 1918, avec plein succès.

CHUTE DU FIER. — Une deuxième création de chute mérite certainement de vous être signalée par les difficultés considérables qu'elle présentait au point de vue génie civil : c'est celle que réalise la Société Hydro-Electrique de Lyon sur le torrent du Fier, à 2 km. 500 environ de son confluent avec le Rhône. Le Fier est caractérisé par le fait que son débit qui descend à 5 M³ s'élève quelquefois en des crues rapides jusqu'à 1.200 M³.

Les travaux comportaient : la création d'un barrage de retenue de 45 mètres de hauteur en travers la gorge du Val-de-Fier, permettant une accumulation d'eau considérable sur une étendue de 400.000 M², et avec une longueur de remous de près de 20 kilomètres ; le percement à travers les massifs calcaires qui surplombent la vallée d'une galerie de 1.500 mètres pouvant débiter 60 M³ ; un ouvrage important de mise en charge pour distribuer l'eau dans cinq conduites forcées qui actionneront dans l'usine cinq groupes générateurs de 5.000 HP chacun.

Les principales difficultés résidaient dans l'établissement du barrage ; car les sondages avaient montré que le fond de la rivière se trouvait à une profondeur de 25 à 30 mètres au-dessous du niveau moyen des eaux. Aussi s'est-on arrêté au procédé suivant : créer une enceinte où l'on pourrait travailler librement en dérivant le torrent par deux galeries de chacune 30 M² placées, l'une sur la rive droite, l'autre, sur la rive gauche, et protéger l'enceinte par deux caissons à air

comprimé, faisant fonction de batardeaux, l'un à l'amont, l'autre à l'aval de l'emplacement du barrage.

Le caisson aval de 5 m. 50 sur 17 m. 50 a été descendu à peu près régulièrement, mais le caisson amont de 5 m. 50 sur 15 m. 50 s'est arrêté après être descendu de 20 mètres sans que la roche ait pu être reconnue sur tout le fond de la chambre de travail.

On a adopté alors la solution suivante :

De l'intérieur de la chambre de travail, et sur tout le pourtour extérieur du couteau qui ne reposait pas sur la roche en place, on pratiqua des injections de ciment dans les graviers entourant le caisson.

Quand ce ciment eut fait prise, on creusa en dessous du couteau, des fouilles de 40 centimètres de hauteur et de 50 centimètres de largeur que l'on remplit de béton armé par du fer ancré dans la roche des rives.

A la faveur de cette murette, on put descendre les fouilles de 40 centimètres, après avoir pris la précaution d'étancher le joint du couteau avec la roche ou avec les murettes sur toute son étendue.

On a continué ainsi de proche en proche en faisant succéder les injections latérales et la construction des murettes, et après quatre mois d'efforts, la roche était reconnue sur toute l'étendue de la chambre de travail ainsi prolongée, soit sur plus de 8 mètres de hauteur, la hauteur totale au-dessous du niveau de l'eau atteignant donc 28 mètres.

Actuellement, les difficultés sont presque complètement vaincues ; on poursuit l'exécution de la dalle générale de fondation du barrage, et l'on peut espérer qu'avant la fin de l'année, cette chute sera mise en service, apportant à toute la région lyonnaise un important appoint d'énergie.

Il y a lieu d'ajouter que pendant toute cette période de construction, la Société Hydro-Electrique de Lyon a installé une usine provisoire de 2.000 HP, en utilisant comme barrage de retenue, le caisson batardeau amont.

Une chute de 10 mètres a ainsi été créée où une turbine actionne un alternateur au moyen d'un axe vertical de 22 mètres de hauteur, et d'un harnais d'engrenage d'angle.

L'ensemble de ces travaux si remarquables au point de vue génie civil, fait le plus grand honneur à la compétence et à l'énergie des dirigeants de la Société Hydro-Electrique de Lyon.

V. — UTILISATION DE L'ÉNERGIE

Messieurs, un des côtés les plus intéressants et des plus utiles pour la défense nationale, de l'effort réalisé par l'industrie de la houille blanche pendant la guerre, réside dans les utilisations nouvelles de l'énergie électrique qui a été ainsi créée.

Quand il s'est agi dans la fabrication de l'obus de 75, de substituer l'obus forgé à l'obus foré, on a eu l'idée d'utiliser directement dans les hautes chutes la pression statique de l'eau sans aucune transformation et d'employer cette pression à la mise en œuvre des presses destinées à la fabrication des ébauches.

MM. BOUCHAYER et VIALLET ont réalisé pour le compte de l'Etat, une usine des plus importantes à Servette, près de Grenoble : une conduite spéciale se détache de la canalisation générale d'une chute de 600 mètres de haut et aboutit, après un parcours de 1.200 mètres, à une usine où l'eau prise ainsi directement aux conduites forcées sous une pression de 50 à 60 atmosphères, actionne des presses qui emboutissent plus de 25.000 ébauches de 75 par jour.

D'autres installations du même ordre ont été faites à Lancey, dans l'Isère, et à Epierre, en Savoie.

Mais les applications les plus nouvelles, les plus fécondes, ont été réalisées dans le domaine de l'électro-chimie et de l'électro-metallurgie.

Vous comprendrez facilement pour quelles raisons il n'est pas encore possible, en ce moment, de donner le détail de ces nouvelles fabrications.

En électro-chimie, des problèmes nouveaux se sont posés. Il a fallu suppléer à l'insuffisance des arrivages par mer de nitrates, faire face aux nécessités de la guerre chimique. Les solutions ont été trouvées et ont pu être réalisées grâce à la houille blanche.

L'électro-chimie a fait un effort considérable pour la fabrication du phosphore, du magnésium, des explosifs chloratés, du chlore et de ses dérivés, du chlore liquide, du carbure de calcium, de la cyanamide, etc.

L'industrie des produits nitrés a marché à pas de géant, et déjà de ce puissant mouvement on voit sortir de grandes industries d'après-guerre, comme celle des matières colorantes.

L'électro-metallurgie non seulement a développé ses anciennes fabrications d'acier, d'aluminium, de ferro-alliages, mais l'électro-metallurgie du zinc a été mise au point : de nouveaux produits ont été créés, comme la fonte synthétique, le fer électrolytique, l'élianite, etc.

De grands établissements métallurgiques ont compris la nécessité de s'intéresser à la houille blanche. Les Aciéries de Firminy aménagent deux grandes chutes dans le plateau central sur la Cère et sur le Bès. Elles participent à la création d'un grand centre de fabrications électro-chimiques que les établissements Frédet installent à Brignoud.

La Société Minière et Métallurgique de Pennarroya étudie un plan complet d'aménagement de la vallée de la Neste d'Aure, dans les Hautes-Pyrénées, et au moyen de trois usines échelonnées, y disposera bientôt d'une puissance de 40 à 50.000 HP.

Les Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt se sont intéressées à l'aménagement de la chute de la Basse-Isère, ainsi qu'à une partie des industries créées à Allevard sur le Bréda.

Les Forges et Aciéries du Saut du Tarn transforment le moulin d'Ambialet en usine hydro-électrique. La Manufacture de Glaces de St-Gobain aménage une chute importante à Avrieux, près de Modane, et se dispose à en installer plusieurs autres.

Nous sommes convaincus que ces nouveaux adhérents à la houille blanche auront encore de nombreux et puissants imitateurs.

CONCLUSIONS

I. RÔLE DES ADMINISTRATIONS. — Messieurs, je vous ai montré la grandeur de l'œuvre entreprise, je vous ai résumé les difficultés principales rencontrées. Quelle que soit l'intensité de leurs efforts, les industriels de la Houille blanche n'auraient pu vaincre tous les obstacles s'ils n'avaient rencontré l'appui constant des Pouvoirs publics.

On médit assez de nos Administrations pour qu'un industriel, placé momentanément de leur côté, tienne à prendre leur défense. Si nous avons pu aboutir aux résultats que je vous ai signalés, c'est grâce à l'accord constant qui a régné entre les industriels, les différentes Administrations intéressées, et à la collaboration très cordiale qui a réuni tous leurs efforts.

Le Ministère de l'Armement et des Fabrications de Guerre, chargé plus spécialement, pendant la durée de la guerre, de jouer pour ainsi dire le rôle de moteur pour la création des chutes hydrauliques, n'a eu aucune peine à obtenir le concours permanent des Ministères des Travaux publics et de l'Agriculture. Tant sur les cours d'eau du Domaine public que sur les cours d'eau du domaine privé, il a été donné de nombreuses autorisations provisoires de commencer les travaux sans attendre les résultats des enquêtes administratives et la fin des formalités légales.

Dans tous les cas, les formalités administratives ont été simplifiées et les difficultés aplanies ; je voudrais vous en citer un seul exemple assez topique.

Au mois d'août 1873, un décret avait fixé la retenue normale des eaux du lac d'Annecy à un niveau correspondant à la cote de 1 m. 80. Depuis cette date, il avait été demandé de relever le niveau de 0 m. 30 afin d'augmenter la puissance du débit du réservoir constitué par le lac et, par suite, la puissance que pouvait fournir à son usine de Brassilly, sur le Fier, la Société des Forces Motrices du Fier.

Aucune solution n'avait été apportée à cette question, la surélévation du lac menaçant, paraît-il, de nombreux intérêts industriels et agricoles.

Le 19 novembre 1915, la question était reprise. Une conférence réunissait localement les principaux intéressés qui prenaient l'engagement de garantir l'Administration contre tous dommages causés aux tiers. Le Sous-Secrétariat des Fabrications de Guerre intervenait immédiatement auprès du Ministère des Travaux Publics, et en moins de quinze jours, le 2 décembre 1915, malgré les protestations des riverains du lac, le Ministère des Travaux publics autorisait le Préfet à relever le niveau du lac de 30 c/m. On avait donc, en quelques jours, réalisé une amélioration qui, sans la guerre, aurait sans doute attendu encore de longues années.

J'ai tenu à savoir ce qu'avaient coûté les travaux nécessaires pour relever ainsi le plan d'eau de 30 centimètres et surtout le montant des chiffres payés pour les dommages.

Les travaux ont consisté simplement dans l'adjonction d'une hausse en bois qui a été placée dans les vannes du lac et qui a coûté environ 200 francs. Quant aux dommages causés à l'ensemble des plaignants, j'ose à peine vous le dire : ils ont été réglés très largement à l'amiable à 200 fr. par an. Ainsi, grâce à la décision rapide prise et avec une dépense de 800 francs, nous avons obtenu depuis trois ans, un supplément annuel de 800 HP pendant douze mois, soit en tout plus de 5.000.000 de Kwh, résultat que depuis vingt-cinq années le Syndicat des industriels locaux n'avait pu obtenir.

Cet exemple est si encourageant que je ne doute pas qu'il ne suscite une émulation nouvelle à résoudre rapidement certains problèmes administratifs, surtout si le Parlement se décide à réaliser l'unification, réclamée aujourd'hui par tous, des services chargés de s'occuper de l'aménagement rationnel de nos cours d'eau, afin d'obtenir l'utilisation la plus avantageuse de notre puissance hydraulique pour l'intérêt économique de la Nation.

2. HOUILLE BLANCHE ET HOUILLE NOIRE. — Messieurs, la houille blanche a rendu à la défense nationale les plus grands services. Elle sera un élément puissant de la rénovation économique de la France. Elle ne peut cependant pas se transformer en panacée universelle, et il est, je crois, exagéré de représenter, comme on le fait souvent, en ce moment, tout aménagement de houille blanche comme devant amener dans son ensemble une diminution correspon-

dante de consommation de charbon. Il n'est pas possible de poser la question à un point de vue aussi simpliste. Si il en était ainsi, la consommation de charbon aurait dû diminuer en France, pendant les vingt-cinq années qui ont précédé la guerre, c'est-à-dire pendant la période antérieure à l'aménagement de nos forces hydrauliques.

En effet, de 1890 à 1915, il a été installé en France environ 750.000 HP pouvant produire annuellement près de 2.000.000.000 de Kwh. — Il semble donc que, pendant cette période, la consommation annuelle de charbon aurait dû diminuer en assez forte proportion, soit environ quatre millions de tonnes.

Or, non seulement il n'y a eu aucune diminution, mais au contraire, il y a eu augmentation constante de la consommation du charbon. Cette consommation est en effet passée de 56.000.000 de tonnes en 1890, à 60.000.000 de tonnes à la veille de la guerre.

Donc, à un aménagement de 750.000 HP hydrauliques a correspondu, non une diminution, mais au contraire, une augmentation de consommation de charbon de 24.000.000 de tonnes, amenant d'ailleurs un déficit de 20.000.000 de tonnes sur notre production.

Mais ce que l'on peut dire, c'est qu'au début de la guerre, le déficit eût été encore bien plus considérable si les 750.000 HP hydrauliques n'avaient pas été aménagés.

Je crois qu'il en sera de même à l'avenir et qu'à une augmentation de notre puissance hydraulique ne correspondra peut-être pas la diminution de consommation de charbon prévue par quelques-uns.

Les raisons en sont faciles à comprendre : d'abord la houille blanche est tout à fait inégalement répartie sur notre territoire. Ensuite, beaucoup de nos industries : mines, marine marchande, usines à gaz, métallurgie, etc., ne peuvent absolument pas se passer de charbon.

De plus, tout développement industriel amène à côté de lui d'autres industries et crée de nouveaux besoins ; et de même que le développement de la lumière électrique n'a pas empêché celui du gaz, de même le développement de nos mines de houille blanche ne diminue certainement pas la nécessité où nous sommes d'intensifier également la production de nos mines de houille noire.

Mais, en tout cas, la houille blanche constitue une de nos richesses nationales encore très insuffisamment exploitées, et rien ne peut être plus important pour le développement économique de notre pays que l'aménagement de ses forces hydrauliques, afin de pouvoir opposer aux grandes richesses en charbon du sous-sol de l'Allemagne, les magnifiques richesses des vallées de France.



Messieurs, j'ai terminé cette trop longue communication. Je ne voudrais pas qu'il y ait de malentendu sur ma pensée. En vous exposant ce qui a été fait pour l'utilisation et l'augmentation des forces hydrauliques pendant la guerre, je n'ai eu nullement l'intention de chercher quelque témoignage de satisfaction, ni pour les industriels qui ont réalisé cette œuvre, ni surtout pour les administrations qui l'ont appuyée et y ont collaboré. Quels que soient les résultats obtenus, peut-être auraient-ils pu être plus grands ; en tous cas, à l'époque grave que nous traversons, quand on n'est pas au danger, le maximum de l'effort réalisé n'est encore que le minimum de ce que l'on doit à sa Patrie.

Mais j'espère, néanmoins, que vous emporterez de ce court exposé, une impression reconfortante : les 750.000 HP que par leur initiative ils avaient su réaliser pendant les

années qui ont précédé la guerre, les 850.000 HP. qu'avec la collaboration des Pouvoirs publics, ils sont en train d'aménager depuis la guerre, vous sont un sûr garant de la ténacité et de l'énergie avec laquelle les industriels de la houille blanche sauront, dans la France grandie, accomplir l'effort nécessaire de demain.

Commandant Henri CAHEN,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

L'ELECTROMÉTALLURGIE FRANÇAISE DES ALLIAGES FERRO-MÉTALLIQUES

RAPPORT AU 1^{er} CONGRÈS DU GÉNIE CIVIL

par M. G. WIDMER, Secrétaire Général

DE LA C¹⁰ DES FORGES ET ACIÉRIES ELECTRIQUES PAUL GIROD

Nous avons montré, en de précédentes études, que les industries électrométallurgiques et électrochimiques sont celles qui, tout en participant à l'accroissement de l'activité industrielle du Pays, nous épargnent le plus de charbon, en nous donnant par-ailleurs, le moyen de faire rentrer de l'or par l'exportation à l'étranger de produits qui ne peuvent y être fabriqués aussi avantageusement. Ces fabrications sont, d'autre part, les plus grosses consommatrices de houille blanche et c'est sur leur développement que nous comptons pour la mise en valeur de nos richesses en forces hydrauliques. Il est donc du plus haut intérêt de méditer les considérations que développe le Rapport suivant sur la principale de ces industries, rédigé par un technicien d'une compétence notoire, et qui montre clairement l'œuvre à réaliser pour en assurer l'avenir. Nous invitons à y collaborer tous nos lecteurs en situation de lui fournir un concours.

LA SITUATION D'AVANT-GUERRE

ORIGINE FRANÇAISE DE CETTE RÉCENTE INDUSTRIE

Si l'on se propose tout d'abord de dégager les traits caractéristiques présentés avant la guerre par l'électrométallurgie des alliages ferro-métalliques, le premier qu'on lui reconnaîtra, non sans quelque fierté, c'est une *origine bien française*.

Assurément, parmi tant de richesses dont la nature s'est plu à la favoriser, la France possède de larges ressources de forces hydrauliques ; mais encore convenait-il de trouver l'instrument qui permit de faire réaliser au courant électrique produit à l'aide de cette force un progrès de plus, et de transformer — au point de les ériger en une branche complètement nouvelle d'industrie — des fabrications encore embryonnaires à la fin du siècle dernier.

On se souvient des produits spéciaux obtenus il y a vingt ans à peine au haut fourneau ou au cubilot : ce n'étaient à proprement parler, et en général péniblement élaborés, que des « fontes spéciales », à teneurs élevées en carbone, en soufre, en phosphore et à teneurs limitées en élément spécial. Il a fallu le four électrique, qui, seul, constitue un laboratoire approprié à une juste proportion de la charge réductrice et à une température élevée, pour créer toute la variété des alliages aujourd'hui indispensables aux aciéries comme additions désoxydantes ou comme additions fixes et en vulgariser l'emploi par des prix réduits.

Et c'est précisément là qu'une fois encore s'est affirmé le génie français.

Grâce, en effet, aux fours Héroult, Girod, Keller, Chaplet et similaires, — trop universellement connus pour avoir besoin d'être à nouveau décrits, — la France, dès le début du XX^e siècle, est devenue le pays classique du four électrique. Nombreux sont, en outre, les brevets d'adaptation à ce four du courant électrique sous toutes ses formes enregistrés au nom des diverses sociétés qui, nées principalement dans les Alpes de la Savoie ou du Dauphiné, n'ont pas tardé à mettre en valeur le nouvel appareil.

Ces promoteurs français du four électrique ne se sont d'ailleurs pas contentés d'être des inventeurs et — par les procédés de fabrication qu'ils ont su appliquer — des métallurgistes : les grandes Aciéries, alors occupées à rechercher pour l'acier des qualités nouvelles par l'adjonction d'éléments nouveaux, n'ont pas eu dans cette voie de plus précieux collaborateurs et ce sont proprement leurs efforts commerciaux, tant en France qu'à l'étranger, ainsi qu'en font foi les archives de nos sociétés électrométallurgiques, qui ont eu le mérite de défricher et de créer le marché des ferro-alliages.

ORGANISATIONS SYNDICALES DE VENTE

Ce marché d'abord ouvert à la libre concurrence s'est peu à peu *organisé*, au moins pour les principaux alliages.

Avant la guerre, l'industrie électrométallurgique française des ferro-alliages comprenait douze sociétés (1). Certaines d'entre elles étaient entrées de plain-pied et sans antécédents dans la fabrication des ferro-alliages, et d'autres — pour donner un emploi à une partie de leur force devenue disponible — y avaient été conduites soit par la crise qui sévit en 1900 sur le carbure de calcium, soit par les à-coups plus ou moins prononcés que celui-ci connut depuis lors.

En même temps, outre la Suisse, des pays tels que la Suède et la Norvège complétaient l'équipement de leurs chutes, très régulières et extra-puissantes — partant, à courant si économique — en vue, principalement, d'entreprendre, sur une vaste échelle, la fabrication de l'alliage le plus consommé : le ferro-silicium, pour l'exportation duquel ils sont de plus si particulièrement favorisés.

Ainsi, la vulgarisation des procédés électrométallurgiques et l'orientation des capitaux étrangers vers les Pays scandinaves ne tardèrent-ils pas à faire naître pour les usines françaises de lourdes préoccupations et la concurrence générale tourna-t-elle rapidement à la lutte aiguë, avec ce carac-

(1) Ci-dessous la liste de ces sociétés, avec l'indication de leur capital de l'époque, non compris les emprunts obligataires contractés par plusieurs d'entre elles :

Société des Hauts Fourneaux et Forges d'Allevard, à Allevard (Isère)	4.000 000
Compagnie universelle d'Acétylène et d'Electrometallurgie. Les Clavaux, par Rioupéroux (Isère)	3.800.000
Société des Etablissements Veuve Charles Bertolus, 14, rue Gambetta, Saint-Etienne (Loire)	
Compagnie générale d'Electro-Chimie de Bozel, 22, rue de l'Arcade, Paris	6.000.000
Société des Carburés Métalliques, 2, rue Blanche, Paris	3.300 000
Société d'Electro-Chimie, 2, rue Blanche, Paris	10 000 000
Société Electro-Chimique du Giffre, Saint-Jeoire-en-Faucigny (Haute-Savoie)	2.500 000
Société Electrometallurgique Procédés Paul Girod, Ugine (Savoie)	12.000.000
Société des Etablissements Keller-Leleux, à Livet (Isère)	3.250 000
Société de Montricher, à Saint-Juhen-de-Maurienne (Savoie)	3.000.00.
Société des Usines de Rioupéroux, à Rioupéroux (Isère)	2 500.000
Société Electrometallurgique de Saint Béron, 37, rue de la République, Lyon (Rhône)	1.200.000