

Pour la Pensylvanie, la loi de 1907 ne prévoyait le contrôle que pour les barrages construits sur les cours d'eau qu'une loi a classés dans le domaine public, et, même dans ce cas, une fois les plans approuvés par la *State Water Supply Commission*, aucune surveillance n'était effectuée pendant la construction.

La ville d'Austin se trouvant en Pensylvanie, l'opinion publique s'est particulièrement émue dans cet Etat. Le 9 décembre 1911, le « Club des Ingénieurs », de Philadelphie, a émis le vœu que désormais tout ouvrage intéressant la sécurité publique fût soumis à l'approbation et placé sous la surveillance d'un service technique compétent, dépendant du Département d'Etat des Travaux Publics.

Le Professeur Mac Kibben, de la Lehigh University, à South Bethlehem (Pensylvanie), l'un des experts chargés de l'enquête à la suite du désastre d'Austin, a préconisé la réglementation suivante :

1° Avant la construction, approbation des plans par les Pouvoirs publics ;

2° Pendant la construction, une surveillance active. A quoi servirait en effet que le barrage fût bien proportionné, si le terrain de fondation est mauvais, ou bien encore si les maçonneries sont défectueuses ;

3° Après achèvement, acceptation des travaux par les Pouvoirs publics ;

4° Enfin, tous les deux ans, inspection du barrage.

En attendant une réglementation bien définie, la *State Water Supply Commission* vient d'être chargée de vérifier les conditions de stabilité des barrages de la Pensylvanie, comme cela s'est fait pour l'Etat de New-York.

Il est à remarquer que tous les accidents que nous avons signalés dans cet article se sont produits, soit dans le Wisconsin où aucun contrôle n'existait jusqu'à présent, soit dans la Pensylvanie, où le contrôle était très limité. Il est probable que, désormais, tous les Etats de l'Union vont assurer un contrôle effectif des ouvrages intéressant la sécurité publique, comme cela a lieu en Europe.

Nous terminerons en rappelant encore une fois que l'on ne saurait rechercher avec trop de soin une bonne fondation, et qu'il ne faut pas craindre de prévoir très largement les dimensions du déversoir. C'est pour avoir méconnu ces vérités élémentaires que l'on a à déplorer la ruine des villes d'Austin et de Black River Falls. Puissent ces catastrophes servir de leçon pour l'avenir.

H. BELLET.

LES FORCES HYDRAULIQUES EN ESPAGNE

M. A. BRILLOUIN a fait à la SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE (séance du 19 janvier 1912) une fort intéressante communication sur les *Forces hydrauliques des divers grands Rios de la Catalogne et de l'Aragon, et leur emploi en Catalogne*, dont voici l'analyse :

M. A. BRILLOUIN expose d'abord, qu'après de nombreuses excursions dans les vallées espagnoles des Pyrénées et un voyage à Saragosse, en 1907, il reçut, en 1908, les dossiers des chutes d'Espot et d'Esterra sur la Noguera Pallaresa ; puis, en 1909, ceux des chutes de Benasque et de Jésus, sur l'Esera. En novembre 1910, il accepta la mission d'aller, sous son nom personnel, examiner, à Barcelone, la situation du marché de force, et celle de toutes les concessions de chutes demandées dans les Pyrénées espagnoles. Après avoir

obtenu : 1° des options et des droits temporaires de priorité sur des concessions de chutes capables d'environ 350 000 HP, parmi lesquelles il ne restait plus qu'à choisir ; 2° des projets d'entente, prêts à signer, discutés avec trois groupements industriels importants, et pouvant former la base d'une forte clientèle (plusieurs milliers de chevaux). Il terminait sa mission en juin 1911. Depuis, sur la demande de plusieurs concessionnaires de chutes, il retournait en Espagne, en août, septembre et octobre 1911, pour étudier la simplification et l'unification de certaines demandes de concessions de chutes.

C'est donc après trois années et demie d'études qu'il vient résumer à ses collègues la question si vaste des forces motrices hydrauliques des Pyrénées espagnoles et de leur emploi en Catalogne.

Alors que dans toutes les autres parties de l'Espagne, de nombreux transports d'énergie hydraulique ont été créés depuis huit ou dix ans, il n'en a été fait aucun, ni pour Barcelone, ni pour la région si industrielle qui entoure cette ville. Ce fait, à première vue, étonnant, n'est pourtant que la conséquence naturelle de l'existence de deux Espagnes très différentes l'une de l'autre au point de vue géographique. Dans l'Espagne indolente qui comprend les plateaux de la Vieille et de la Nouvelle Castille et les plaines de l'Andalousie, et qu'on peut appeler l'Espagne Atlantique, parce que tout le système des eaux de ces régions coule vers l'Atlantique, le développement social est resté lent, et si on a, partout où cela était possible, commencé des transports d'énergie, c'est qu'ils étaient faciles à réaliser, n'étant que d'importance moyenne. Dans l'Espagne Méditerranéenne, qui comprend Alicante, Valence, et principalement la vallée de l'Ebre et la Catalogne, la vie commerciale intense, dès l'antiquité, a engendré depuis plusieurs siècles la vie industrielle et a créé actuellement, autour de Barcelone, une région industrielle plus importante que la région lyonnaise. Mais là, devant l'importance énorme des transports d'énergie qu'il fallait créer pour satisfaire l'ensemble des besoins, on a reculé pendant des années.

Entre les deux Espagnes (Atlantique et Méditerranéenne), la barrière, constituée par les sierras arides, qui les sépare, a maintenu une séparation commerciale effective bien plus profonde que celle qui semble créée par les Pyrénées. Malgré les Pyrénées, la vallée de l'Ebre est restée et reste en communication active permanente avec la vallée de la Garonne et la côte française des pays de langue d'oïl. La Catalogne, autrefois séparée des royaumes de Castille, reste séparatiste. Elle fut et reste terre d'influence française.

Individualiste pour ses affaires personnelles, comme il est séparatiste pour ses affaires publiques, très travailleur, entreprenant, le Catalan a entrevu, depuis l'origine des transports de force, des sources de bénéfices dans la concession de chutes d'eau. D'où un nombre incalculable de demandes de concessions, mais de concessions mal demandées, mal étudiées et trop morcelées pour tenter dans cet état une grande entreprise, bien que la force motrice vapeur en service actuellement fournie par de vieilles machines, revienne cher.

Mais le grand mouvement industriel s'accroît : Barcelone atteint 800 000 habitants ; Badalone, 50 000 ; Sabadell, 50 000 ; Tarrasa, 30 000 ; Manresa, 40 000. Le port de Barcelone s'accroît de nouveaux grands bassins gagnés sur la mer et prépare la création d'un port franc desservant une zone franche dans la plaine de Llobregat. Des écoles industrielles sont fondées à Barcelone, à Villanova y Geltru, à Tarrasa, à Sabadell.

Dans une région si travailleuse, si belle et si riche, dont

la côte bordée des monts boisés de Catalogne pourrait rivaliser avec la côte italienne, mais qui, en été, n'a plus que des eaux souterraines, les bienfaits de vastes réseaux d'énergie seront incalculables.

Leur alimentation hydraulique ne pourra provenir, que pour une part restreinte, de la partie française de la haute vallée du Segré, de l'Andorre et des chutes françaises d'Orlu et de Siguer (qui ont présenté des propositions à la dernière soumission pour l'éclairage de Barcelone). Elle proviendra d'abord et principalement des grands rios de la vallée de l'Ebre. Elle sera peut-être elle-même plus tard concurrencée ou complétée par les charbonnages de Berga et ceux de la Pallaresa et de l'Esera.

La vallée de l'Ebre a la forme d'un triangle élevé dont le sommet est dans les monts Cantabriques, près des « Picos de Europa » et dont la base est sur la Méditerranée. Cette base, très montagneuse, avait fait autrefois de ce triangle une mer intérieure. Mais l'Ebre, en approfondissant son passage à travers les monts de Catalogne, a permis l'écoulement des eaux.

Sur la rive droite, l'Ebre ne reçoit qu'un affluent sérieux, le Jalon (que suit la ligne ferrée de Saragosse à Madrid par Medina Cœli). C'est sur sa rive gauche que, descendant des Pyrénées, se trouvent les grands rios et la majeure partie des forces hydrauliques.

La carte d'état-major espagnole n'étant pas faite pour l'Aragon et la Catalogne, il n'y a comme source de renseignements que des cartes à très petites échelles, les études des « Obras Publicas » pour les routes à créer, et les relevés plus ou moins exacts des demandeurs de concessions de chutes.

Au point de vue de l'utilisation des chutes, l'ensemble des vallées peut se diviser en trois groupes :

1° Les Rios du Val d'Aran, constituant la Garonne et coulant vers la France, d'accès actuellement plus facile par la France que par l'Espagne, et qui ne pourront être utilisés plus tard en Espagne que si le tunnel et la route du Col de la Bonaïga s'achèvent ;

2° Les Rios orientaux de la Catalogne qui, descendant des Pyrénées Orientales ou de leurs contreforts, vont se jeter directement à la mer. Dans ce groupe, les « Saltos del Ter » paraissent seuls capables d'alimenter un grand transport ;

3° Enfin, les grands Rios descendant des sommets des Pyrénées Centrales et se déversant dans l'Ebre :

Le Gallego, l'Aiera et l'Ara de Ordesa, la Cinca et la Cinqueta, l'Esera et les Rios d'Astos et de Malibarn, la Ribagorçana et les Rios Tor et de San Nicolas, la Pallaresa et les Rios d'Espot, Flamisell, de Unarre, de Cardos, du Val Ferrera, de Santa-Magdalena, enfin le Segré et la Balira d'Andorre.

Ce groupe comporte (comme les autres d'ailleurs) des chutes de qualités diverses :

a) De hautes chutes, de grande altitude, à petit débit, facilement réglables par l'accumulation de réserves ;

b) Des chutes moyennes entre la ligne des Pyrénées et la ligne des grandes sierras qui leur servent de contreforts ;

c) Des chutes de plaine à grand débit (comme les chutes Palacios près de Lérida), mais dont le débit (comme sur le Segré) peut être parfois diminué et même à certaines périodes annulé, par les irrigations, par les infiltrations souterraines et par l'énorme évaporation de l'été, ou encore, qui ne peuvent être constituées, telles les chutes étudiées sur l'Ebre, qu'avec d'énormes expropriations et qui devront toujours craindre des ensablements terribles.

Le versant espagnol des Pyrénées jusqu'au Puigmal est soumis à des condensations atmosphériques très importantes dans les hautes vallées orientées Sud-Ouest, Nord-Est ; ces condensations sont apportées par les vents fréquents du golfe de Gascogne, qui, descendant Nord-Ouest-Sud-Est, passent en partie dans la vallée de l'Ebre par la dépression qui sépare les Pyrénées des Monts Cantabriques. Redressés par la Sierra de Montcayo contre laquelle ils viennent tourbillonner, ils passent au-dessus de Saragosse et de Huesca en reprenant la direction Sud-Ouest-Nord-Est, pour venir s'étaler sur toute la partie centrale des Pyrénées où ils se condensent en neiges abondantes. A l'Est du Puigmal et des sources du Segré, le régime (celui de la région des Rios du deuxième groupe allant directement à la mer) devient méditerranéen, plus pluvieux que neigeux.

Dans l'ensemble de la partie centrale (Rios allant à l'Ebre), la moyenne des tombées d'eaux emmagasinables, est d'environ 1 m. 60 à 1 m. 80 au-dessus des altitudes de 1 500 à 1 600 mètres.

Les réserves sont, en général, faciles à créer, par suite de nombreux étranglements dans les vallées et de l'existence d'un nombre considérable de lacs dans la plupart des régions élevées. La politique hydraulique du ministre actuel du Fomento, M. Grasset, prévoit d'ailleurs, mais en vue des canaux agricoles et des irrigations, l'emmagasinement des eaux par la création de nombreux « pentanos ».

Les demandes anciennes de concessions de chutes ont été primitivement mal conçues, mal faites, et en général mal étudiées, bien que présentées avec une certaine apparence. Mais quelques hommes à l'esprit clair comme M. Emilio Riu, député de Sort, M. Domingo Sert, ancien député et grand industriel, et le premier promoteur des projets de transport de force, enfin comme MM. Bertrand, autre grand industriel français établi à Barcelone, et Etcheverrieta, de Bilbao, qui, tous les deux, n'ont pas craint dernièrement de donner l'exemple en s'engageant personnellement pour plusieurs millions chacun dans un des projets en cours d'exécution, ont compris, il y a trois ou quatre ans, qu'il fallait, pour aboutir, radicalement changer de méthodes. Ils ont donc remanié les demandes, pour grouper judicieusement les chutes, et avant de rechercher à nouveau des acquéreurs, ils ont fait préparer des projets d'exécution sérieux et bien étudiés.

Grâce à eux, le total des forces pratiquement utilisables au fur et à mesure de l'achèvement des routes de montagne, depuis le Gallego, jusqu'au Segré, peut être évalué à 700 000 ou 800 000 chevaux. Grâce, également, à leurs études nouvelles bien exécutées, quatre grandes Compagnies viennent de se constituer :

La Société « de Saltos del Ter » pour la mise en œuvre d'une chute de 170 mètres sur le Ter avec thermique compensatrice à Barcelone, et pour l'installation d'un transport pouvant fournir de 20 000 à 25 000 chevaux ;

La Société Générale de « Fuerzas Hidro-Eléctricas » pour la mise en œuvre de cinq chutes successives sur l'Esera moyenne, et ultérieurement des hautes chutes d'Espot et d'Esterri sur la haute Pallaresa, ce qui constituera plus tard un ensemble de plus de 80 000 chevaux. La station thermique compensatrice sera constituée par le développement de l'usine actuelle de la Central Catalana de Electricidad ;

La Société « Energia Eléctrica de Catalana », pour la mise en œuvre des hautes chutes du Flamisell affluent rive droite de la Pallaresa (chutes de 800 mètres et de 350 mètres de hauteur environ) représentant, grâce à de magnifiques ré-

servés près de 40 000 chevaux. La station thermique compensatrice doit se construire à Badalona ;

Enfin la Compagnie Canadienne de Toronto, dite « Barcelonesa Traction Light and Power Co ». Elle a racheté la ligne de tramways départementaux de Sarria, ainsi que le contrôle de la Compania Barcelonesa de Electricidad A. E. G. dont la station thermique est capable d'environ 25 000 chevaux, et vient d'annoncer la création de 120 000 chevaux hydrauliques, probablement situés sur l'Ebre et la moyenne Pallaresa, qu'elle fait étudier depuis deux mois.

Les besoins actuels totaux de Barcelone et de la région industrielle qui l'entoure pouvant être évalués à environ 170 000 à 200 000 chevaux simultanés, les projets de ces quatre grandes Compagnies, s'ils sont plus tard exécutés en totalité, augmentés des projets plus réduits d'Orlu, du Pastéral, de Pobla de Ségur, et de Lérida, permettront un accroissement notable de la puissance industrielle de la région.

D'autres chutes de premier ordre, comme certaines chutes du Ségré, les hautes et moyennes chutes du Val d'Aran, les hautes chutes de la haute Esera, et de la Cinca, assureront une réserve de puissance, pour l'électrification des lignes ferrées, et la création de centres d'électrochimie et d'électrometallurgie, au fur et à mesure de la mise en exploitation des routes et des richesses minières des Pyrénées espagnoles.

ÉLECTRICITÉ

LA DYNAMO HOMOPOLAIRE DE BARBOUR

L'électrotechnique dont l'origine remonte à un siècle à peine a marché tout d'abord lentement jusqu'au moment où les expériences de Marcel Deprez faites après que le Congrès de 1881 eut doté la nouvelle science de méthodes de mesures exactes, montrèrent que ses applications devenaient innombrables par suite de la commodité qu'offrait l'électricité pour distribuer l'énergie au loin et détailler à l'infini, à peu de frais, les forces les plus considérables.

On sut produire le courant sous deux formes en attelant les génératrices d'énergie aux machines électriques, le courant alternatif et le courant continu. Le second trouva une application immédiate dans la galvanoplastie et l'amplification de cette industrie, le dépôt du cuivre, puis, dans les autres branches de l'électrochimie. On ne put aller bien loin dans son utilisation, car il se prêtait mal au transport aux grandes distances, le collecteur redresseur permanent du courant était une pièce délicate, à laquelle on n'osait demander un trop robuste effort et l'on se limita à de faibles tensions qui rendaient trop onéreuse la construction de longues lignes de transport.

Le courant alternatif, au contraire, grâce au transformateur de Gaulard, trouva rapidement faveur, il permettait sous ses divers modes mono, bi, ou triphasé, de transporter très loin, sous des tensions élevées, l'énergie de façon économique, mais il avait l'inconvénient de ne point se plier aisément aux exigences des moteurs de traction et on dut actionner des dynamos au moyen d'alternateurs.

M. René THURY, véritable champion du courant continu, a fait des merveilles pour adapter celui-ci aux nécessités du transport de la force à grande distance, ses efforts ont abouti aux installations du système série au moyen desquelles il

aborde de sang-froid des courants travaillant sous des tensions supérieures à 100 000 volts avec des machines tournant à 2 500 tours par minute. M. Thury a peu d'imitateurs, et peu nombreuses sont les maisons de construction qui font du courant continu pour les hautes tensions.

Le collecteur, avons-nous dit, est la partie délicate des machines à courant continu, si la commutation n'est point mathématiquement parfaite, le collecteur est le siège d'un dégagement permanent d'étincelles qui en provoque la dégradation. Les machines à courant alternatif n'offrent point cet inconvénient, les frotteurs qui prennent le courant sur les bagues ne se détériorent pas. Si donc on pouvait avoir du courant continu sans être obligé de se servir de collecteur, les machines à courant continu auraient une grande partie des avantages des alternateurs, tout en conservant leur aptitude à l'électrolyse pour laquelle ceux-ci ne peuvent servir.

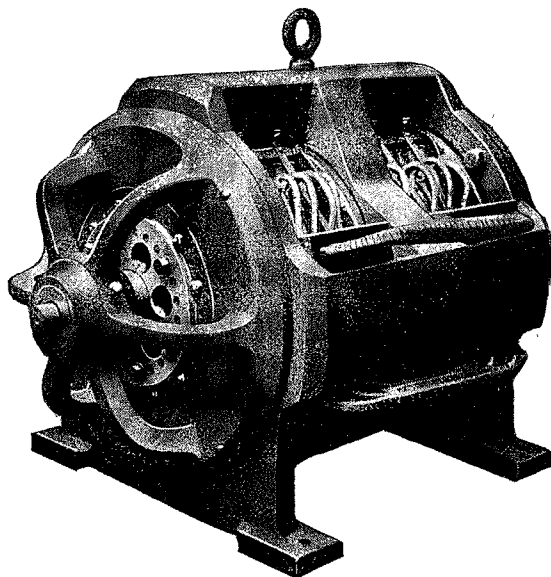


FIG. 1. — Dynamo homopolaire, 50 kw, 100 volts.

Or il existe des machines dépourvues de collecteur et donnant néanmoins du courant continu, ce sont les machines homopolaires aussi appelées unipolaires.

Ces machines ont été étudiées avec passion, telles maisons américaines ont dépensé plus de 250 000 dollars pour construire des machines de cette espèce en grandes dimensions et ont abouti à de grands échecs, parce que les ingénieurs qui les construisaient ne pouvaient se défendre de chercher à y adapter les organes qu'ils avaient coutume d'employer dans les dynamos et les alternateurs. Les homopolaires tombèrent dans l'oubli.

Il en subsiste cependant. Les membres du Congrès de la Houille blanche ont vu, en 1902, deux de ces machines à l'usine de La Praz, elle travaillent encore. Ces machines, faites en 1889 pour une autre usine, ne donnèrent pas le résultat désiré, elles furent modifiées et transportées à La Praz où elles firent et font encore un travail très dur. Ces machines sont énormes et tournent à une vitesse relativement faible.

Les turbines à vapeur qui ont pris la place des anciennes machines à piston, exigent des engins tournant à grande vitesse ; nous avons vu qu'en dehors des applications faites par M. Thury, on n'a point jusqu'ici demandé aux machines à courant continu des vitesses comparables à celles des alternateurs à cause des difficultés que présente leur construction.

Ces difficultés se font sentir surtout en ce qui concerne