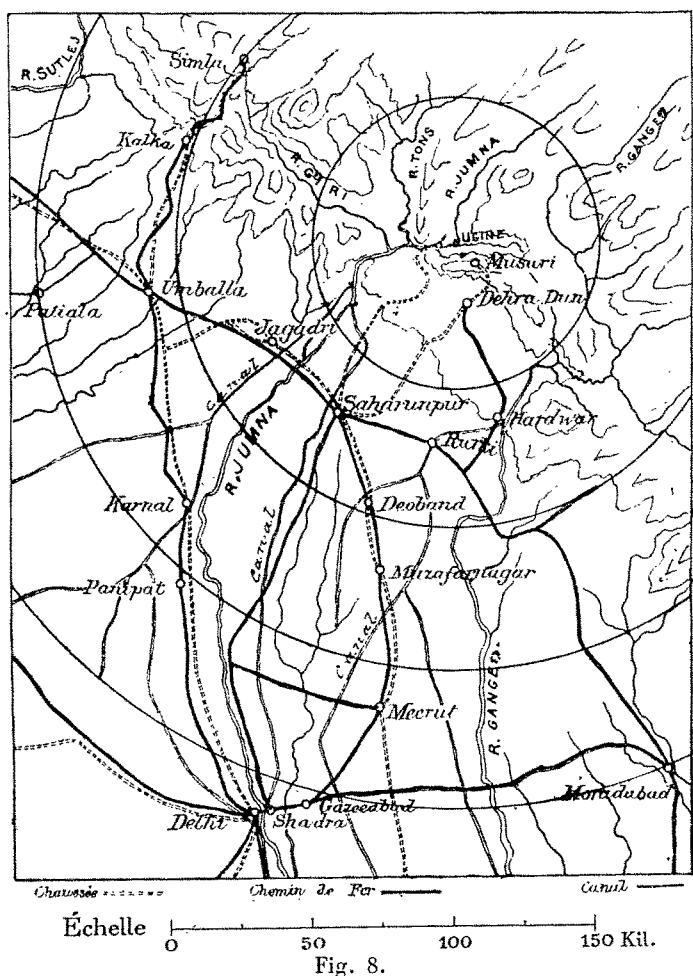


les concessionnaires de cette entreprise est bienveillante. Les redevances qu'il impose sont conçues dans un esprit de la plus parfaite appréciation des devoirs de l'Etat envers une industrie naissante.



Distributions de Bombay et de Calcutta

Nous devons mentionner ici l'entreprise de la maison TATA, de Bombay, qui se propose de fournir l'énergie électrique à la grande ville de Bombay, tant pour la force motrice nécessaire aux fabriques et la traction, que pour assurer l'éclairage électrique. C'est un projet hydro-électrique avec emploi de réservoirs pour alimenter une chute de 520 m. de hauteur, capable de produire 50 000 HP, qui doivent être livrés, après les pertes inévitables, à une distance de 68 km. C'est une entreprise importante qui doit être commencée sous peu.

Signalons enfin un projet qui est à l'étude pour exploiter une chute d'eau, au MOURBAUGH, et transporter l'énergie produite à Calcutta distant de 240 kilomètres.

* * *

Pour terminer, nous voudrions dire un mot sur l'attitude dans ce pays des fournisseurs de matériel et d'appareillage électriques. Leur développement pendant ces vingt dernières années est remarquable. On a vu un marchand de verrerie et de lustres transformé en fournisseur d'appareils électriques, ainsi qu'une simple maison de commerce s'affubler du rôle d'ingénieur électricien. Cela vient sans doute avec le mouvement commercial, de même que l'on voit, à Paris, un fameux carrossier devenir renommé pour ses automobiles. Cela dépend beaucoup comme l'on se trouve outillé pour entreprendre un nouveau métier.

Naturellement, une bonne partie du matériel et de l'appareillage importés aux Indes sont de provenance anglaise et,

si l'on peut se fier aux chiffres donnés par une certaine revue, il paraît que, en 1906-1907, la valeur des fournitures et appareils électriques importés était de 11 250 000 francs, et pour l'année suivante, le même chiffre global fut maintenu. Les importations de provenance américaine entreraient dans ces évaluations pour un quinzième. Nous avons resté sceptique à propos de ces résultats, car cette Revue ne dit rien des importations considérables de provenance allemande ou suisse. Serait-il permis de supposer que leurs montants aient glissé dans le gros total attribué aux importations anglaises ?

Il y a maintenant des maisons anglaises, allemandes, américaines et suisses, établies aux Indes, principalement à Bombay et à Calcutta, qui s'occupent des fournitures et appareils électriques. Il est regrettable qu'aucun représentant des maisons françaises, qui ont pour spécialité les installations hydro-électriques, ne se soit encore, que nous sachions, établi dans ce pays. Il nous semble, pourtant, que ce sont justement les maisons du pays de la houille blanche, qui s'occupent d'installations hydro-électriques dans un pays difficile, où le transport de pièces lourdes doit être effectué par des chemins de muletiers, comme c'est le cas pour la région des Alpes, il nous semble que se sont spécialement de telles maisons, qui, par leur expérience, seraient les plus capables de fournir le matériel et les fournitures les plus modernes et les plus convenables à de telles entreprises

BERESFORD-LOVETT,

Membre de l'« Institution of Electrical Engineers ».

AMÉNAGEMENT DES CHUTES

UTILISATION DES FORCES MOTRICES DU LAC WALCHEN

Les lecteurs de *La Houille Blanche* seront peut-être intéressés par quelques renseignements sur les résultats du concours international institué par l'Etat bavarois, en vue d'obtenir la meilleure solution possible du problème de l'installation des forces motrices du lac de Walchen (*).

Le lac de Walchen, l'un des plus pittoresques des Alpes bavaroises, est, sur sa rive gauche, séparé par le Kesselberg du lac de Kochel dont le niveau est à 202 m. plus bas. De rive à rive il n'y a que 2 km., et le tunnel qui permettra de déverser les eaux de l'un dans l'autre aura à peine plus de 1 km. de long. Sur sa rive droite, le Walchensee est séparé de la vallée au fond de laquelle coule l'Isar par le massif montagneux de l'Isarberg dont la base n'a que 3,5 km. de largeur.

Rien donc de plus simple que de percer le Kesselberg par un tunnel, et d'utiliser l'eau du Walchensee et la chute entre les deux lacs. Le cours d'eau de la Jachen qui alimente le Walchensee est peu important, et le volume d'eau ainsi utilisable modeste. Mais l'Isar, dans le voisinage du Walchensee, est déjà un cours d'eau important, et possède un niveau suffisamment élevé pour qu'on puisse, en le détournant, l'amener dans le lac. Il en est de même pour le Rissbach affluent important de l'Isar.

On voit que le problème posé est comparable à celui qui a été résolu pour le lac de Joux, mais qu'il est plus complexe, et que les résultats à obtenir sont beaucoup plus importants.

(*) D'après un article de M. J. MICHAUD, paru dans le *Bulletin technique de la Suisse romande*.

Au Walchensee, il s'agit d'un débit permanent de 25 à 29 m³ par seconde, sous une chute brute de 202 m., avec un lac régulateur de 16 km.² de superficie, tandis qu'au lac de Joux, il n'y a que 1,6 m³ de débit permanent, une chute de 240 m., et un lac de 9 km.² de surface. La dénivellation permise au lac de Joux entre les basses et les hautes eaux est de 3^m50, tandis que, au Walchensee, on en prévoit une de 13 à 20 m. suivant les projets. Aussi, tandis qu'au lac de Joux la force permanente est de 3 750 chevaux, elle en atteint 50 000 au Walchensee.

Comme toujours, c'est l'initiative privée qui a attaché le grelot. Le conseiller Schmick, de Darmstadt, et M. Jean-Jaquet, ingénieur suisse, furent les premiers à demander une concession en 1904. Leur exemple fut suivi à la fin de la même année par le major Donat. Mais l'État bavarois s'empara de l'idée, et fit étudier, par son personnel technique, un projet d'utilisation de ces forces, en vue surtout de réaliser progressivement la traction électrique des chemins de fer de l'État.

Dans tous ces projets, le lac de Walchen fonctionne comme accumulateur. Dans celui du major Donat, on constitue, à l'aide de grands barrages, des lacs artificiels sur l'Isar ou ses affluents. Ces lacs suppléent ou même remplacent le lac de Walchen, comme accumulateur. En outre, ils créent des chutes et des forces supplémentaires. Dans son avant-projet, l'administration bavaroise avait dû renoncer à créer des lacs artificiels à cause de la grande difficulté, pour ne pas dire l'impossibilité, de construire des barrages très élevés et solides dans les terrains d'alluvion sur lesquels coule l'Isar.

Ces trois projets primitifs contiennent d'ailleurs, en germe, toutes les solutions que le concours international a mises au jour. Le concours a été fort brillant. Des articles spéciaux parus dans la *Deutsche Bauzeitung*, de Berlin, et dans la *Schweizerische Bauzeitung*, de Zurich, en rendent compte.

Trente et un projets ont été présentés, et six récompensés. Ce ne sont généralement pas des œuvres individuelles, mais plutôt des œuvres de collectivités : ingénieurs civils, architectes, électriciens et fabricants de machines associés. On peut se faire une idée de la masse énorme de travail effectué par les concurrents, en rappelant que les 31 projets comportent ensemble 1416 plans et 116 mémoires justificatifs. L'écrivain de la *Bauzeitung* berlinoise estime à 25 000 marks la dépense moyenne faite pour élaborer chacun des 31 projets, soit un total de 775 000 marks ; tandis que la rémunération qui leur a été allouée, sous forme de six primes, ne s'élève qu'à un total de 60 000 marks, soit moins du douzième de la dépense. L'évaluation du journal allemand est peut-être un peu exagérée ; mais la grandeur colossale du travail présenté subsiste.

Comme le problème à résoudre ne souffrait pas de grandes difficultés purement techniques, et que l'attention des concurrents avait été appelée sur le côté artistique de l'entreprise, les plans présentés sont extrêmement soignés dans la forme, et chacun des auteurs s'est beaucoup préoccupé de l'effet architectural des constructions qu'il proposait.

Estimant sans doute que les étapes successives à parcourir, pour arriver à l'utilisation complète des forces du Walchensee, ne se succéderaient que très à la longue, comme il convient du reste à l'œuvre d'une administration publique, le programme du concours limitait à 3^m50 seulement l'abaissement autorisé des eaux du lac pendant la première période, quitte à augmenter plus tard cet abaissement. Plusieurs

projets supposent la création de quais sur certaines parties des rives, avec murs de 4 ou 5 m. de hauteur. En admettant, contrairement aux idées des disciples de Ruskin, que la beauté du paysage serait mieux conservée de cette façon, pendant la première période des travaux tout au moins, on peut se demander si ce ne sera pas plutôt une cause d'enlaidissement pendant les périodes subséquentes où les variations de niveau atteindront 13 ou même 20 m., et laisseront les murs de quai terriblement en l'air.

A côté des éloges mérités par les concurrents du Walchensee, et relevés à juste titre dans les deux journaux cités plus haut, il nous sera peut-être permis de relever deux points qui nous paraissent critiquables, tout en renvoyant aux articles des deux *Bauzeitungen* les lecteurs qui voudraient se renseigner avec quelques détails sur les éléments constitutifs des solutions proposées, barrages, souterrains, turbines, dynamos, etc.

La première critique s'applique à l'appréciation de la quantité d'eau que peuvent réellement fournir en temps de basses eaux les trois cours d'eau qui alimentent le Walchensee, et la seconde aux prises d'eau dans leur rapport avec la question de l'ensablement des canaux.

D'après les données fournies aux concurrents par l'administration bavaroise, dans les documents du concours, il est admis que le bassin de l'Isar fournit un débit minimum de 7,6 litres par seconde et par km², celui du Rissbach un débit de 9,1 litres, et enfin qu'à la sortie du lac de Walchen le débit peut descendre à 6,8 litres par km². On remarquera que ces chiffres sont bien plus forts que ceux que l'on a contrôlés en Suisse, soit 4 à 5 litres seconde par km². Cette différence est évidemment possible, sinon vraisemblable.

Il faut cependant relever le fait curieux que c'est à la sortie du lac que ce débit minimum par km² est le moindre. Normalement, ce devrait être le contraire. En effet, si en hautes eaux et période de crue, le lac peut recevoir jusqu'à 73 m³ par seconde, tandis qu'il n'en sort que 19 m³, il devrait s'en échapper en basses eaux et période de décrue plus d'eau qu'il n'en entre, et par conséquent, selon toute vraisemblance, plus qu'il n'en passe dans les cours d'eau voisins qui n'ont pas de lac régulateur. Peut-être y a-t-il, comme au lac de Joux, des exutoires invisibles, en sorte que l'affluent visible de Jachen n'emmène pas à lui seul toute l'eau qui sort du lac. Cela n'est cependant pas probable.

Pour corroborer ces craintes sur la valeur réelle des débits minima avec lesquels il faut compter, on peut faire la remarque suivante. Le 25 septembre 1906, l'administration bavaroise a fait relever soigneusement trois profils en travers de l'Isar, au point où elle prévoyait l'établissement du barrage de prise. Or, en ces trois points, très voisins l'un de l'autre, la section de l'eau avait une surface très sensiblement la même pour toutes les trois et égale à 12,63 m². Le rayon moyen en était d'environ 0^m46, et la pente superficielle du cours d'eau de 3,7 pour 1 000, en sorte que le débit devait atteindre 11,9 m³ par seconde, si le lit de l'Isar est formé de cailloux roulés, ou de 16,1 m³ si le lit peut être assimilé à de la terre. Or, dans les relevés journaliers des six années d'observations, faites près de Wallgau, au pont de l'Isarhorn, et qui ont été communiquées aux concurrents pour leurs études, le débit indiqué pour ce même 25 septembre 1906 est de 22 m³ par seconde.

Il semble donc probable que les débits en basses eaux sur lesquels les projets sont basés sont trop élevés, comme c'est du reste le cas habituel, dans les projets d'utilisation de forces motrices hydrauliques. La réalisation de l'entreprise

étant chose décidée, il semble qu'il n'y aurait que des avantages, et point d'inconvénients, à procéder à la vérification soignée de l'exactitude de ces débits.

Le second point, sur lequel nous désirons attirer l'attention, est la question de l'influence que les charriages doivent exercer sur la forme à donner aux barrages de prise. L'Isar et le Rissbach sont des cours d'eau torrentueux, qui charrient des quantités énormes de matières solides. Quarante mille mètres cubes par an pour l'Isar à ce que disent les renseignements officiels.

Les prises à exécuter doivent être un peu différentes des prises d'eau ordinaires. En effet, celles-ci utilisent en totalité les basses eaux qui sont habituellement propres, mais en partie seulement les hautes eaux, qui sont volontiers chargées de corps étrangers, et cela en proportion d'autant plus forte que le débit est plus grand. On résout plus ou moins complètement le problème de ne pas risquer d'ensabler les canaux de dérivation, en cherchant, dans la mesure du possible, à ne dériver en temps de forts charriages que les eaux de surface qui sont plus claires, et en laissant les eaux de fond, soit les plus chargées, continuer leur cours dans le lit de la rivière. On purge, en outre, par le fond les eaux déjà dérivées. Mais, malgré les précautions prises, l'ensablement n'est pas toujours évité, et il n'est pas nécessaire de courir bien loin pour rencontrer des dragues disposées en permanence dans les canaux de dérivation pour parer aux ensablements.

Au Walchensee, le cas est un peu différent. Si l'on se décidait à détourner la totalité des eaux de l'Isar et du Rissbach pour les amener dans le lac, on pourrait résoudre avec sécurité le problème, comme on l'a fait en Suisse en détournant les eaux de la Kander pour les amener dans le lac de Thoune, et cela déjà au XVIII^e siècle, et au siècle suivant, celles de la Linth dans le lac de Wallenstadt, et celle de l'Aar dans le lac de Bienne.

Il suffit de donner à la dérivation une pente et une section égales ou équivalentes à ce qui existe dans la partie amont du cours d'eau, avant le point où les ensablements ont commencé à se produire, et ont obligé à faire la correction.

Pour le but poursuivi au Walchensee, il n'est pas nécessaire de prendre le total de toutes les crues, car cela augmenterait beaucoup la section de dérivation et constituerait une dépense excessive et qui n'équivaudrait pas au gain fait en eau accumulée. La limite du volume d'eau à détourner à laquelle se sont arrêtés les divers auteurs de projet est assez variable. Ainsi, tandis que le projet très pondéré qui a reçu le premier prix limite à 30 et 15 m³ par seconde les apports à retirer de l'Isar et du Rissbach, la plupart des autres élèvent cette limite jusqu'à 50 et 20 m³, c'est-à-dire bien près du maximum observé.

La dérivation de l'eau n'étant pas totale, il semble indiqué de l'établir de façon à laisser dans le lit de la rivière les eaux de fond les plus chargées, et de n'envoyer dans les souterrains que les eaux de surface.

Pour cela, il est à peu près indispensable d'avoir en travers du cours d'eau un barrage mobile, comme il en existe de nombreux types, et non pas un barrage fixe, et d'installer un seuil légèrement relevé à l'entrée de la dérivation. C'est le contraire qui a été généralement projeté, quitte à installer une purge supplémentaire, mais nécessairement dérisoire après la prise.

Si dans le cas d'une disposition qui semble rationnelle, le cours d'eau à l'aval de la prise, ne recevant plus qu'une petite quantité d'eau proportionnellement très chargée, s'en-

sable, le mal ne sera pas très grand et facilement réparable. Mais si c'est, comme dans la plupart des projets, le souterrain qui reçoit la portion de l'eau proportionnellement la plus chargée de corps en suspension, ou entraînés, et il s'ensable un jour de grande crue, et se remplit de gravier, le nettoyage sera long, difficile et coûteux. On sait, du reste, que les souterrains de dérivation d'eau qui s'ensablent, ce n'est pas un mythe, même si l'accès du gravier, sinon du sable, est absolument et efficacement empêché.

INSTALLATIONS HYDRO-ÉLECTRIQUES

USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE TROLLHATTAN

L'Etat Suédois vient de construire cette usine pour distribuer l'énergie électrique, dans un rayon de 150 km., pour l'éclairage, la force motrice et même la traction électrique. Cette usine utilisera les fameuses chutes du Gota elf à Trollhattan, bien connues des touristes.

Le Gota elf est l'émissaire naturel du lac Venern, le plus grand d'Europe, après ceux de Russie. La superficie de ce lac est de 5 568 km², et son principal affluent est le Klar elf qui prend sa source au lac Fœmund, dans le Hedemarken, en Norvège. Le Gota elf se jette dans le Kattegat, à Gøtting, en face de l'extrémité nord du Danemark.

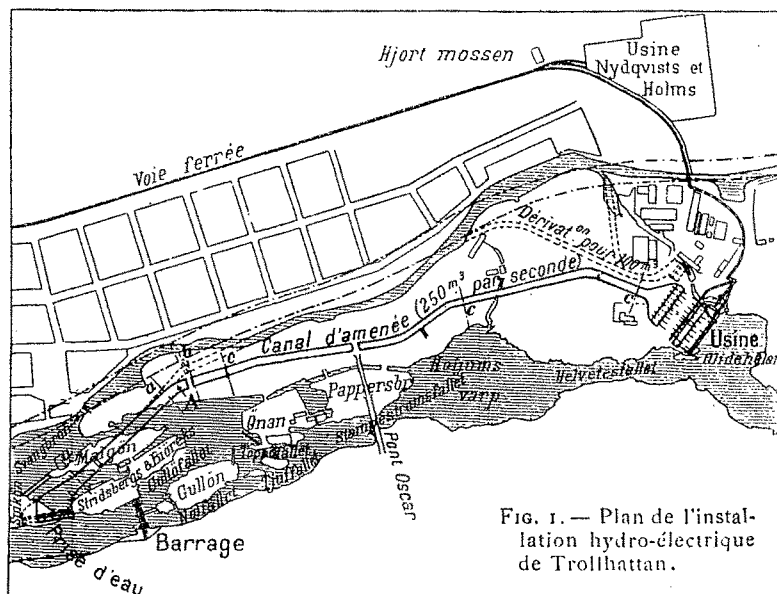


FIG. 1. — Plan de l'installation hydro-électrique de Trollhattan.

A 14 km. à l'aval du lac Venern le Gota elf forme les chutes de Trollhattan, dont la hauteur totale de 33 m. se répartit sur une série de chutes successives s'échelonnant sur une longueur de 1 500 m. Ces chutes sont, d'amont en aval.

1° *Nolfallet* et *Gullofallet*, deux chutes parallèles, dont la hauteur est de 7 m., et qui sont séparées par la petite île de Gullon

2° *Toppofallet* et *Tjuffallet* (chute du Volcur), deux chutes également parallèles, qui ont 13 m. de hauteur, et sont séparées par l'îlot de Toppon.

3° *Stampestromfallet*, qui a 5m50 de hauteur et se trouve au-dessous même du pont du roi Oscar.

4° *Helvetesfallet* (chute de l'Enfer), qui est haute de 7m50 et se trouve près de l'usine génératrice.

Un barrage établi en amont des deux premières chutes, avec appui sur l'île Gullon, dérive l'eau dans un canal à ciel