

au tronçon du Rhône entre Chèvres et la nouvelle usine à La Plaine, il faudrait s'attendre à ce que des alluvions se déposassent à partir du pont de Peney en aval sur 1600 mètres de longueur, tandis que le lit du fleuve resterait peu altéré dans les autres sections du parcours.

Il convient cependant de constater que, par suite de l'exhaussement assez notable prévu par le seuil du barrage de la Plaine, il y aura aussi, sur une certaine longueur en amont du barrage, un exhaussement du lit actuel du Rhône dans la première période de l'établissement, tandis que le régime que nous indiquons plus haut entrera en vigueur une fois que le lit du Rhône sera exhaussé jusqu'au niveau du seuil du barrage.

A partir de ce moment, nous ne pensons pas que des atterrissements puissent se produire qui présentent un danger pour l'exercice de l'usine.

En dehors des questions principales, qui forment le premier point du questionnaire que l'administration nous a soumis, il y en a une qui mérite d'être approfondie et soigneusement examinée. Elle appartient au domaine de l'hygiène.

D'après le projet de la Ville de Genève, l'on compte porter, à l'approche des basses eaux, la retenue jusqu'à 13 m., et laisser déborder le Rhône qui formerait ainsi un lac assez étendu en amont du barrage, tandis qu'on pourra réduire cette retenue et en même temps la surface de ce lac à mesure que les quantités d'eau que débite le Rhône iront en augmentant.

Or, puisque les basses eaux du Rhône se produisent principalement en hiver, et les hautes eaux au printemps et en été, il résulte du régime du barrage projeté que le lac en amont du barrage aura sa plus grande étendue en hiver et se réduira en été, de sorte que de vastes surfaces de terrain seront découvertes au moment des chaleurs.

Ce sera donc l'inverse de ce qui se produit pour nos lacs qui atteignent leur plus haut niveau en printemps et en été et le plus bas en hiver.

Il importe donc d'examiner si les émanations des terrains qui auront été submergés en hiver, se produisant sous le soleil d'été, n'influenceront pas d'une façon nuisible les conditions climatiques aux abords du Rhône. Pour le cas où des études spéciales établiraient qu'il y a lieu de craindre une modification nuisible du climat par suite des faits indiqués ci-dessus, il deviendrait nécessaire d'éviter la formation du lac en endiguant le lit du fleuve, ce qui impliquerait des corrections partielles pour réduire la longueur des digues et du lit du Rhône et partant des dépenses assez élevées.

En résumé, on peut dire que l'emplacement choisi par la Ville de Genève pour la troisième usine à La Plaine est favorable, pourvu qu'on prenne les précautions que nous avons indiquées plus haut.

2^e Rapport de M. ZSCHOKKE, du 20 juin 1899

Les sondages qui ont été exécutés depuis mon rapport du 26 décembre 1898 n'ont pas modifié ma façon de penser sur le banc de molasse, sur lequel la Ville de Genève se propose d'établir son barrage et ses turbines.

Je suis d'avis que ce banc est assez résistant à partir de sa surface pour pouvoir supporter le poids des constructions qu'on veut y établir, ainsi que la poussée provenant de la retenue des eaux, pourvu que ce banc soit à l'abri d'infiltrations.

On évite la probabilité de ces infiltrations en établissant en amont du barrage et du bâtiment des turbines, etc., un mur de garde d'environ 2 m. d'épaisseur, soigneusement bâti en mortier de ciment et descendant jusqu'à la rencontre d'une couche de marne ou d'argile imperméable, tandis qu'il n'est pas nécessaire que cette couche présente le caractère d'une roche dure telle qu'on la rencontre à 8 m. 50 de profondeur au puits n^o 1, soit à la cote 340.16.

Il suffit d'encastrier ce mur dans le banc d'argile irrisée et bleue, qu'on rencontre déjà à la cote 342.96, et dont M. Brun, licencié ès-sciences physiques, dit, dans son rapport du 24 janvier 1899, page 11, que cette assise, quoique se délitant rapidement dans l'eau, présente une certaine résistance à l'eau courante, à condition qu'il n'y ait pas de frottement trop intense qui vienne gratter la surface et, par cela, activer l'érosion.

Dans le cas qui nous intéresse, cette couche d'argile n'a pas à subir de frottement, et il n'y a pas de doute qu'elle puisse constituer la couche imperméable qui convient.

Je rappelle à ce sujet que l'on n'est pas toujours assez heureux pour rencontrer des bancs aussi résistants que ce gisement

de molasse aux endroits où on doit établir une retenue d'eau et que l'on n'hésite néanmoins pas à l'établir dès que l'on parvient à atteindre, avec un mur de garde, un sous-sol à peu près imperméable.

Je maintiens donc à ce sujet mes conclusions du 26 décembre 1898 dans tout leur ensemble.

Je complète cet exposé en ajoutant que, pour le cas où la Ville de Genève, au lieu de se limiter à n'exploiter que la plus petite force disponible, aux moments du débit le plus réduit, comme le suppose M. Schaad, songerait à utiliser des débits plus élevés en établissant un nombre de turbines supérieur à celui qu'elle prévoit et à allonger de ce fait son bâtiment de turbines, nos conclusions auraient pour conséquence qu'il faudrait en même temps élargir l'implantation et empiétant encore davantage sur la rive droite. Sauf à modifier complètement la position du bâtiment des turbines dans le sens du croquis ci-contre, une vanne de purge au bout du bâtiment des turbines nous paraît indispensable de même qu'une largeur suffisante du canal d'aménée, en limitant la vitesse de l'eau à 1 m. 20 au maximum.

Je ne reviens plus sur les conclusions déjà exprimées dans mon rapport du 26 décembre 1898 relativement aux mesures à prendre pour défendre l'ouvrage contre les alluvions de la London.

USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE WARRIOR'S RIDGE avec Barrage creux en ciment armé

Dans le courant de l'année 1906, la *Juniata Hydro-Electric Co* a fait construire sur la Juniata River, dans une gorge des montagnes de Warrior's Ridge, à 6, 5 kilomètres à l'ouest de Huntingdon (Pennsylvanie), un barrage submersible, du type creux en ciment armé de la *Ambursen Hydraulic Construction Co* de Boston, dont nous avons exposé la théorie, ainsi qu'une application au barrage de Schuylerville, dans *La Houille Blanche* de juillet 1906. Le lit de la rivière est constitué par un gravier argileux, qui repose sur un rocher résistant à la pioche et à la drague. Voici, d'après l'*Engineering Record*, les grandes lignes de cette installation.

Barrage. — Le barrage a 114^m30 de longueur, et il s'appuie sur la rive gauche contre l'usine génératrice. Sa hauteur, variable suivant la profondeur de la rivière, est comprise entre 6^m86 et 8^m38, depuis la crête jusqu'à la paroi inférieure de la dalle horizontale de fondation, celle-ci s'appuyant sur le gravier argileux précité. Des murs de garde (*cut-off*) descendent jusqu'au rocher, aussi bien à l'amont qu'à l'aval. Le profil général de ce barrage est représenté par les figures 2 et 3 ci-jointes.

Les murs des contreforts intérieurs sont espacés les uns des autres de 3^m05 d'axe en axe; ils ont 0^m457 d'épaisseur, sur 4^m27 à partir de la dalle du bas; quant à la partie supérieure, son épaisseur est réduite de chaque côté par un rent de 25, 4 mm. Ces contreforts sont percés de 2 ouvertures, de 1^m83 de haut sur 0^m915 de large, celle du haut livrant passage à une voie de service qui sert de moyen de communication entre les deux rives.

Le parement amont est constitué par une dalle en béton armé, inclinée à 45°, et ayant une épaisseur de 229 mm. au sommet, et de 381 mm. à la base. Le parement aval est constitué dans sa partie centrale par une dalle, inclinée à 2 de base pour 3 de hauteur, d'une épaisseur uniforme de 229 mm., qui se raccorde, aux extrémités supérieure et inférieure, à deux courbes s'incurvant en sens inverse l'une de l'autre, afin de faciliter l'écoulement des eaux. A sa partie supérieure, cette dalle est percée d'un certain nombre de trous, de 76 mm. de diamètre, légèrement inclinés sur l'horizontale (*events*), afin d'empêcher la formation du vide sous la lame déversante, et d'éviter tout *tremblement* du barrage.

Pour éviter toute sous pression à l'amont, on a percé la dalle de fondation d'un certain nombre de trous (*weepholes*) de

152, 4 mm. de diamètre, formant drains verticaux. A l'aval, un drain horizontal, de pareil diamètre, évacue les eaux d'infiltrations.

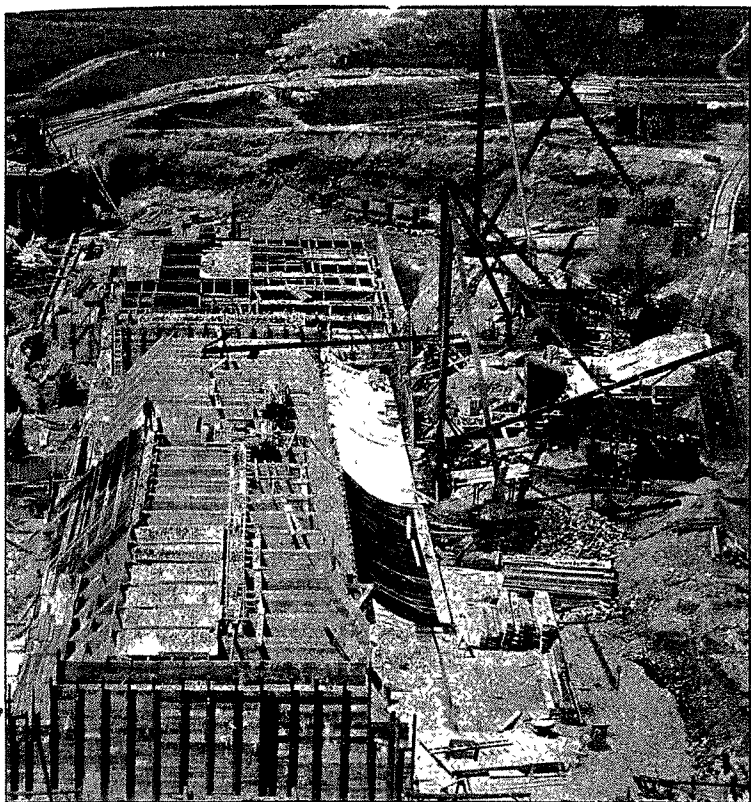


FIG 1 — Vue du barrage et des fondations de l'usine génératrice pendant la construction.

Pour les contreforts, les murs de garde, et la dalle de fondation, le béton est dosé à raison de 1 partie de ciment pour 3 de sable et 6 de pierres calcaires cassées passant au travers d'un anneau de 19 mm. de diamètre. Pour les parements et pour la crête, ce dosage est porté à 1 de ciment pour 2 de sable et 4 de pierres cassées.

Le renforcement métallique du béton est effectué au moyen de barres d'acier cannelées (*Johnson corrugated bars*), de section carrée, de 19 mm de côté. Les barres de renforcement des contreforts intérieurs sont représentées en pointillé sur la figure 2, chaque pointillé correspondant à 2 barres par contrefort.

Les dalles des parements amont et aval, ainsi que la crête, sont renforcées par des barres horizontales, disposées près de la paroi intérieure. L'espacement de ces barres est de 0^m165 sur le parement; pour le parement amont, cet espacement varie de 0^m1524 au sommet à 0^m1143 à la base. La dalle de fondation, qui répartit sur le sol efforts auxquels sont soumis les contreforts intérieurs, est renforcée près de la paroi supérieure par des barres horizontales, qui sont espacées d'axe en axe de 0^m610 dans le sens longitudinal, et de 0^m762, dans le sens transversal. Près de la paroi inférieure le renforcement consiste seulement en barres longitudinales, espacées de 0^m305.

Les murs de garde sont renforcés par des barres verticales espacées de 0^m762, et par des barres horizontales espacées de 0^m914.

Pour construire le barrage, on commença par établir un batardeau mettant à sec une première moitié de la rivière, du côté de

l'usine, et l'on procéda aux fondations de cette partie de l'installation. Puis l'on construisit les contre-forts intérieurs, ainsi que les murs de garde. On procéda ensuite à la confection des parements, en ménageant toutefois une sixaine de baies pour pouvoir laisser écouler le débit de la rivière pendant l'achèvement du barrage, ainsi que le montre la figure 3. Pour clore le barrage, on établit, en avant des contreforts, un barrage à poutrelles (de 20, 3 × 20, 3 cm.), permettant de terminer le parement amont et d'obturer l'ouverture provisoire.

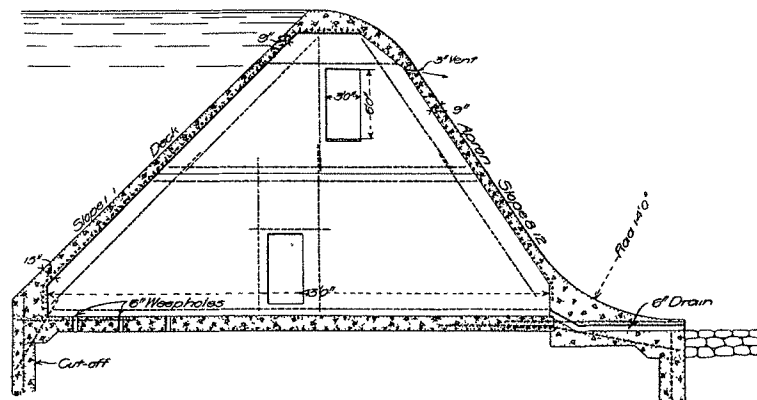


FIG. 2. — Coupe transversale du barrage.

Usine génératrice. — L'usine est établie pour contenir 6 groupes électrogènes à courants triphasés, et 2 groupes d'excitation à courant continu.

Les turbines qui commandent les alternateurs sont construites pour pouvoir développer 1000 HP, à 200 tours par minute, sous une chute normale de 8^m30, dont 4^m57 d'aspiration. Ces turbines sont doubles, centripètes parallèles, et à axe horizontal. Les roues mobiles ont 0^m991 de diamètre, et tournent dans une huche cylindrique en fonte, de 2^m44 de diamètre. L'eau arrive par les extrémités, et s'écoule par un tube central d'aspiration, descendant à 0^m61 au-dessous du niveau normal du canal de fuite, et ayant un diamètre de 2^m74 au débouché de base et de 2^m44 au sommet, à son raccordement avec la turbine.

Les turbines des excitatrices sont analogues aux précédentes. Elles sont également doubles, et ont des roues de

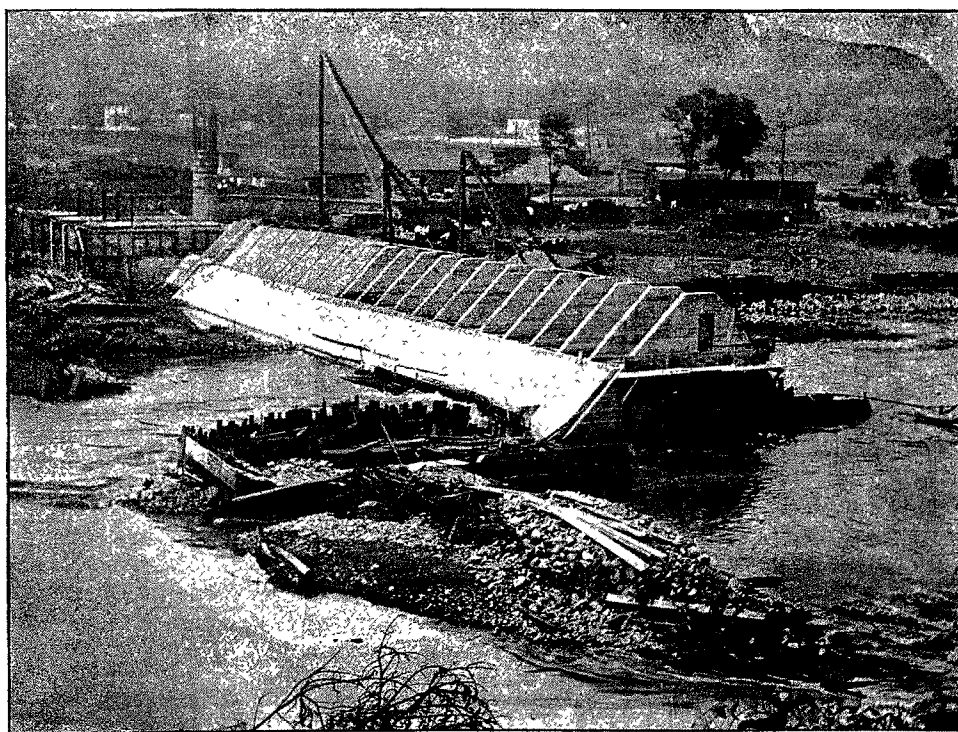


FIG. 3. — Vue du barrage et de ses contreforts intérieurs.

0^m381 de diamètre. Leur puissance est de 150 HP, à 550 tours par minute.

La huche de chaque turbine est disposée dans une chambre d'eau particulière, débouchant directement dans le réservoir créé par le barrage, avec interposition d'une grille et d'une vanne d'arrêt. L'arbre de la turbine traverse le mur de l'usine, et vient se manchonner avec celui de la génératrice électrique correspondante. La régulation se fait au moyen d'une vanne cylindrique, obturant plus ou moins le distributeur, et commandée par le régulateur.

Les alternateurs sont à induit fixe et à inducteur tournant. Ils produisent du courant triphasé à 2300 volts 60 périodes. Leur puissance normale est de 500 kw., mais, comme l'usine doit assurer un service d'éclairage, où il y a de fortes *pointes* à passer, ces alternateurs ont été prévus pour supporter une surcharge de 50 pour 100 pendant 2 heures, sans que l'élévation de température qui en résulte ne dépasse 12° C. A l'heure actuelle, il n'y a encore que 4 groupes turbines-alternateurs d'installés.

Les excitatrices ont une puissance normale de 75 kw. sous 125 volts, et peuvent subir la même surcharge que les alternateurs.

Les variations de débit de la Juniata River étant considérables, on a eu recours à une installation à vapeur de secours qu'on a logée dans l'usine hydraulique même. Cette installation à vapeur est prévue pour pouvoir contenir 4 groupes turbo-alternateurs. Pour le moment, on n'a encore installé que 2 turbo-alternateurs Curtis, à axe vertical, d'une puissance de 500 kw., et tournant à 1800 tours par minute. Leur surcharge peut être la même que pour les groupes hydro-électriques. Il y a deux condenseurs à surface, de 163 m² chacun, dont l'eau de réfrigération est prise au réservoir et restituée au canal de fuite.

Le courant à 2300 volts des alternateurs est porté à la tension de 11 000 et de 45 000 volts, par deux groupes de transformateurs à bain d'huile et réfrigération d'eau, chaque groupe étant composé de 3 unités de 500 kws. Un septième transformateur sert de réserve en cas d'avarie survenue à une unité de l'un ou l'autre groupe. Les transformateurs sont connectés en étoile du côté haute tension, et le courant à 11 000 volts est capté sur l'enroulement secondaire au moyen de prises intermédiaires. L'eau de réfrigération est prise au réservoir, et restituée au canal de fuite.

Le courant à 45 000 volts est transmis à Altoona (24 kms), et à Tyrone (48 kms), au moyen d'une ligne double établie sur poteaux métalliques, en cornières d'acier galvanisé, de 12 à 13^m80 de hauteur, et espacés en moyenne de 130 m. Le courant à 11 000 volts est transmis à Huntingdon, au moyen d'une ligne double établie sur poteaux en bois, et à Altoona, au moyen d'un troisième circuit établi sur les poteaux métalliques de la ligne à 45 000 volts.

H. BELLET.

PROJET DE NAVIGATION TRANSALPINE

Dans un article paru tout dernièrement dans le *Corriere della Sera*, le Sénateur Colombo, s'occupant de l'intéressante question de la navigation intérieure, exposait les immenses difficultés techniques qu'il y aurait à surmonter pour joindre, par un canal, les deux versants d'une montagne et préconisait l'adoption du système projeté par l'ingénieur milanais, Pierre Caminada; voici ce qu'il écrivait à ce sujet :

« L'ingénieur Pierre Caminada, de Milan, de retour de « l'Amérique du sud où il a exécuté d'importants travaux, a « imaginé un système que j'ai étudié, et qui sera certainement « adopté sous peu, car, à mon avis, il résout complètement « et d'une façon toute nouvelle les difficultés jusqu'ici existantes, en ouvrant ainsi un horizon imprévu à l'avenir de la « navigation transalpine.

« Une série d'écluses verticales, sur le versant d'une montagne de plusieurs centaines de mètres de hauteur, serait, « comme on peut s'imaginer aisément, d'une exécution qui se « heurterait contre des obstacles insurmontables; ce serait « absolument comme si l'on voulait construire un chemin de « fer de montagne au moyen d'une série d'ascenseurs au lieu « de suivre la déclivité de la montagne.

« Mais, pourquoi ne ferait-on pas parcourir également à « un canal la pente de la montagne, par une série d'écluses « inclinées se faisant suite?

« Tel est le point de départ de l'ingénieur Caminada; c'est « là ce qui lui a suggéré l'idée d'un nouveau système d'écluses susceptible de la plus large application ».

Le sénateur Colombo explique par des dessins et des exemples ce système d'écluses; ensuite, il se préoccupe de la question du percement du tunnel de faite, ce qui est le principal obstacle.

L'ingénieur Caminada, pour résoudre cette difficulté, propose de percer deux galeries parallèles ayant une légère pente pour éviter la nécessité de la traction avec machines, une pour l'aller, l'autre pour le retour. Ces galeries seraient sans quais et avec une section réduite au minimum, n'ayant plus à craindre le regorgement que produit la traction.

L'eau provenant de chaque galerie se verserait dans le canal du versant opposé, en cas que les deux versants fussent également pourvus d'eau; ou bien l'eau d'une des galeries retournerait à son versant en suivant l'autre galerie, en cas que ce versant fût plus fourni d'eau que l'autre.

L'ingénieur a fait le projet sommaire d'un canal qui partirait de Gènes, traverserait les Apennins à Giovi, à la cote de 306 m., avec trois Km. de galerie, passerait à Milan et, de là, par Lecco, au lac de Côme; puis, de ce lac, irait à Chiavenna et, par des canaux tubulaires, jusqu'à Isolato, à la cote de 1250 mètres. Ensuite, franchissant le Spluga avec 15 Km. de double galerie, il descendrait à Thusis par un canal tubulaire, et irait au lac de Constance par un canal ouvert; de là, jusqu'au-dessus de Schaffouse, on ferait le remorquage et, finalement, le canal se jetterait dans le Rhin.

Tout compris, ce serait environ 600 Km. dont 230 seraient parcourus sur des lacs et des fleuves; ce qui fait que les divers canaux à construire auraient une longueur de 366 Km. dont : 30 de double galerie, 43 de canaux tubulaires et 293 de canaux ouverts. La ligne serait établie pour servir à un trafic annuel de 10 millions de tonnes, à faire avec des grands bateaux de 500 tonneaux. Le devis se monterait à 400 millions.

Le sénateur Colombo conclut ainsi : « Il y a trois ans, en inaugurant le dixième Congrès de navigation, je disais, à ce sujet, que l'on ne pouvait assigner de limites à l'activité humaine et à l'audace de la science; que la navigation à vapeur, le tunnel du Mont Cenis et le percement de l'isthme de Suez avaient paru, autrefois, des projets fantastiques et, cependant, ce sont des réalités, aujourd'hui; et qu'enfin, nul ne peut se douter de ce que l'avenir nous réserve ».

Ces paroles trouveraient aujourd'hui leur confirmation grâce au projet hardi de l'ingénieur milanais.

(Bulletin de la Chambre de Commerce française de Milan).

♦♦

Remarque. — Au cours de la séance du Sénat, du 14 février 1908, M. Audiffred, parlant du canal, enfin commencé, de Marseille à Arles, du canal projeté d'Arles à Lyon, disait : « il faut poursuivre de Lyon à Genève, où l'on trouve le lac Léman, suivre la vallée entre le Léman et le lac de Neufchâtel, puis la vallée de l'Aar, et arriver au lac de Constance ». On a dit et écrit que la Suisse deviendra bientôt la *plaque tournante* des voies navigables de l'Europe; il serait à souhaiter que l'Administration Suisse s'entende avec les Services de la Ville de Genève pour que l'on prévienne une écluse sur le Rhône à l'usine de La Plaine, comme on en a prévu une à Bellegarde dans le projet de transport à Paris de l'énergie du Rhône, comme il en existe une sur la dérivation de Jonage.

N. D. L. R.