

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 33 (1907)  
**Heft:** 21

## **Sonstiges**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Le débit total du souterrain de prise d'eau atteignait donc la valeur de

$$962 + 549 = 1511 \text{ litres.}$$

L'ensemble des exutoires invisibles devait ainsi débiter

$$3190 - 1511 = 1679 \text{ litres par seconde,}$$

le lac étant à la cote 1007.50 environ.

Les observations imparfaites dont j'ai pu faire usage dans mon mémoire de 1895 m'avaient conduit à évaluer ce débit à environ 1000 litres par seconde. Pour autant qu'il m'en souvient ces observations s'appliquaient à un niveau du lac sensiblement inférieur à la cote 1007.50.

D'après l'article déjà cité du *Bulletin technique*, on a admis, lors de l'exécution des travaux, que ce débit des entonnoirs invisibles était constant et égal à 450 litres par seconde, c'est-à-dire le même que l'apport des affluents en temps de basses eaux.

Le grand débit clandestin qui existe réellement n'empêche pas la Compagnie des forces motrices de Joux d'avoir assez d'eau disponible pour satisfaire à sa tâche actuelle et même d'avoir victorieusement passé l'époque critique de la sécheresse de 1906.

On peut prévoir cependant que, grâce au développement normal des affaires de cette Compagnie, il y aura une époque, plus ou moins lointaine, où la recherche des exutoires invisibles s'imposera. Si ces exutoires se trouvent dans le lac Brenet, comme les renseignements historiques semblent l'indiquer, le lac Brenet n'étant autrefois qu'un simple marais, il ne sera pas trop difficile, ni trop coûteux, de se tirer d'affaires, d'une façon ou de l'autre, malgré la circonstance que ces exutoires sont évidemment nombreux et peu importants chacun.

On déterminera facilement quelle est la proportion des fuites qui s'échappent du lac Brenet comparée à celles qui sortent directement du lac de Joux, en opérant des jaugeages précis dans le canal qui relie les deux lacs.

Si on se décide un jour à faire, en même temps que des observations sur la baisse du lac et sur le débit du souterrain de prise, des jaugeages un peu précis de la source de l'Orbe à Vallorbe, on pourra contrôler ce qu'il y a de vrai dans l'hypothèse habituellement admise aujourd'hui que le débit de l'Orbe inférieure provient par 60 % du lac de Joux et 40 % d'eaux souterraines qui n'ont pas passé dans le lac. Les estimations approximatives que j'ai faites du débit de cette source semblent infirmer cette dernière appréciation.

Quoique cette question de séparation de la provenance des eaux de l'Orbe soit d'un ordre purement scientifique, et non industriel, il serait quand même intéressant de la résoudre.

## Divers.

### Transport à Paris des forces motrices du Rhône de Génissiat (Ain) près Bellegarde et voie navigable de Lyon à Genève.

Projet de M. Harlé.

(Suite et fin)<sup>1</sup>.

*Deuxième solution : Emploi des courants triphasés.* — Dans le cas des courants triphasés, chaque turbine double commandera directement un alternateur multipolaire de 7500 kw. fournissant des courants triphasés de 25 périodes à 12,000 volts; le diamètre total extérieur du stator, qui pourra se diviser horizontalement suivant un diamètre, sera d'environ 7<sup>m</sup>,50. L'encombrement de chaque groupe de turbines et d'alternateurs sera d'environ 8 m. dans le sens transversal et 15 m. dans la direction de l'arbre.

On aura 24 grandes turbines de 12000 chevaux environ, réglées à vitesse constante par servo-moteurs hydrauliques, et huit turbines de 600 chevaux, alimentées par des conduites plus petites, pour l'entraînement des excitatrices, au nombre de deux pour chaque groupe de huit alternateurs; l'une d'elles suffira pour l'excitation normale des inducteurs; l'autre servira de réserve. Ces excitatrices fourniront également à volonté du courant pour la manœuvre d'un pont roulant de 50 tonnes et pour les circuits de commande des interrupteurs à huile destinés à couper les courants primaires ou secondaires. On pourra du reste joindre à ces excitatrices une batterie d'accumulateurs permettant de commander ces appareils de manœuvre en tout temps.

Les courants de chaque générateur seront conduits aux barres de la station de départ des lignes par des câbles séparés; ils passeront par des couteaux de connexion, par un disjoncteur à huile automatique et par d'autres couteaux réunis à un câble triphasé armé. Tous les câbles seront logés dans plusieurs galeries souterraines aboutissant à la station de départ des lignes aériennes. L'usine génératrice comprendra seulement un tableau pour l'excitation et un autre pour l'éclairage et la force motrice nécessaires aux services de l'usine et des moteurs qui commandent les vannes.

La station de départ de la ligne, qui sera installée sur le plateau rocheux à une certaine distance en arrière du canal de dérivation du Rhône, constituera le véritable poste de transformation et de distribution d'où se fera le contrôle et la commande à distance des alternateurs, leur mise en charge et leur utilisation sur l'une ou l'autre des lignes (cette solution est celle de l'Ontario Power Co.).

Chaque générateur, relié par un câble triphasé individuel, se trouvera commandé depuis la station de départ comme s'il y était installé; une colonne placée dans la salle de manœuvre portera tous les appareils de mesure nécessaires, et les interrupteurs commandant à distance les interrupteurs automatiques de l'usine génératrice et ceux de la station de départ. Toutes les barres principales seront en double, et les connexions par interrupteurs à huile seront disposées de manière à permettre d'alimenter par chaque génératrice, par l'intermédiaire de trans-

<sup>1</sup> Voir N° du 25 août 1907, page 189.

formateurs, n'importe laquelle des deux lignes de transport ou directement la ligne de distribution locale à 12 000 volts. Chaque ligne de transport recevra les courants à haute tension d'une batterie de six transformateurs monophasés, soit deux par phase en parallèle. Ces transformateurs, qui élèveront la tension de 12 000 à 120 000 volts (peut-être ultérieurement à 150 000) seront contenus chacun dans une bache en acier fermée, munie seulement d'un tuyau de décharge de l'huile; le refroidissement sera fait par circulation d'eau. On ne coupera jamais la haute tension, mais seulement la basse tension.

La station de distribution, à deux étages, constituera un bâtiment presque aussi grand que l'usine de production du courant et augmentera beaucoup les frais d'installation à Génissiat. Mais l'emploi des courants triphasés permettra de réduire la station d'arrivée à Paris à une station de transformation, plus simple, et beaucoup moins chère à installer que la station réceptrice de la première solution. On aura seulement à prévoir des transformateurs statiques semblables à ceux de Génissiat, mais qui pourront avoir une puissance individuelle moindre; ils abaisseront les courants à 12 000 volts environ.

#### V. Lignes.

Dans la solution à courant continu, chacune des deux lignes, l'une positive, l'autre négative, sera composée de trois câbles de 300 mm<sup>2</sup> chacun, portés sur des isolateurs disposés côte à côte sur une traverse placée au sommet de pylônes métalliques.

Les pylônes seront espacés de 100 mètres en alignement droit; les portées en courbe seront réduites, et les courbes seront réalisées d'une façon très progressive. Les pylônes seront à grandes mailles et exécutés en fers profilés. Leur aspect général sera analogue à celui des pylônes de la ligne à 80 000 volts de Lokport-Niagara-Ontario.

La question de l'isolation est entièrement résolue pour les courants continus à haute tension. Les expériences exécutées à Genève par M. Thury ces temps derniers jusqu'à 120 000 volts, ont démontré que des isolateurs en bonne porcelaine résistent parfaitement, sans dimensions exagérées, à une différence de potentiel de 100 000 volts par rapport à la terre et ne donnent lieu qu'à des pertes de courant insignifiantes, bien inférieures à ce que l'on avait estimé d'abord.

Les lignes aériennes à courant continu pourraient être établies le long des routes nationales, grâce à leur faible encombrement, partout où on trouve hors des lieux habités des alignements droits assez longs pour éviter de trop fréquents supports d'angles; elles réaliseraient d'ailleurs, en tout cas de longs raccourcis à travers champs.

Les lignes à courants triphasés, dont les pylônes sont plus encombrants, seraient installées en totalité sur les propriétés privées; on pourra ainsi réduire le nombre minimum des angles et en profiter pour espacer peut-être davantage les pylônes en alignement droit. On abaisse au minimum le prix de revient de ces pylônes en augmentant beaucoup leur largeur à la base, surtout dans le sens perpendiculaire aux fils.

Les lignes à courants triphasés seront aussi au nombre de deux, mais travailleront en quantité; et chacune d'elles pourra recevoir seule toute la charge pendant quelque temps, au prix d'une plus grande perte d'énergie, si l'autre est mise momentanément hors de service.

Pour les conducteurs, on prévoit aussi trois câbles par ligne, avec une section de 300 mm<sup>2</sup>, et une tension de 120 000 volts.

Ces câbles seront montés sur autant d'isolateurs de grand modèle placés aux trois sommets d'un triangle, sur de robustes tiges creuses évasées à la base et fixées à des traverses métalliques.

Il n'y a aucune chance de rupture des conducteurs, qui auront du reste une flèche assez considérable. Quant aux isolateurs, on est arrivé, aux Etats-Unis, et même en Europe, à réaliser des qualités de porcelaine et des formes de cloches assez satisfaisantes pour permettre d'affirmer sans crainte la possibilité d'isoler une ligne même triphasée à 120 000 volts (et peut-être à 150 000). Il en est de même des transformateurs à haute tension.

#### VI. Dépenses d'installations.

##### a) Travaux hydrauliques.

|  |     |           |
|--|-----|-----------|
| Barrage provisoire . . . . .                                     | Fr. | 200 000   |
| Galerias de dérivation et leur fermeture . . . . .               |     | 450 000   |
| Barrage définitif et accessoires . . . . .                       |     | 4 500 000 |
| Canal d'aménée et prises d'eau . . . . .                         |     | 1 500 000 |
| Ouvrage d'évacuation des crues . . . . .                         |     | 800 000   |
| Ouvrages pour le relèvement des voies de communication . . . . . |     | 350 000   |
| Expropriations . . . . .   |     | 800 000   |
| Travaux divers dans les gorges . . . . .                         |     | 200 000   |
|  | Fr. | 8 800 000 |
| Somme à valoir (25 %). . . . .                                   |     | 2 200 000 |

Dépense pour travaux hydrauliques Fr. 11 000 000

##### b) Usine génératrice.

|  |     |            |
|--|-----|------------|
| Usine génératrice avec tous accessoires, en comprenant les turbines, dynamos série-tableaux, canalisations et électriques, etc., pour une puissance installée de 150 000 kw. à raison de 60 francs par kw. . . . . |     | 9 000 000  |
| Ensemble . . . . .   | Fr. | 20 000 000 |

soit  $\frac{20\,000\,000}{150\,000} = 133$  francs par kw. installé à Génissiat.

La perte en ligne consentie à pleine charge étant estimée à 10 %, la puissance nette de 150 000 kw. ne sera plus à Paris que 135 000 kw.

##### c) Lignes électriques.

Les supports métalliques espacés à 100 mètres seront au nombre de 9000 pour les deux lignes, d'un parcours d'environ 450 kilomètres chacune; le prix de ces supports en place, complètement équipés avec le pied bétonné, est estimé à 600 francs: soit pour les 9000 supports. . . . . Fr. 5 400 000

A valoir pour angles, accessoires divers et imprévus. . . . . 758 000

Pour 3 câbles de 300 mm<sup>2</sup> de section par ligne, on aura, pour 900 km. de l'ensemble, un poids de cuivre de  $900\,000 \times 0,0003 \times 3 \times 8,8 = 7\,436\,800$  kg. à 2 fr. 50 le kg., prix moyen. . . . . 17 842 000

Ensemble pour les lignes électriques. Fr. 24 000 000

##### d) Usine transformatrice de Paris.

Dépenses comprenant l'achat de 10 000 m<sup>2</sup> de terrains, constructions de bâtiments, transforma-

teurs rotatifs pour 150 000 kw. en comprenant les réserves, canalisations électriques de relations avec les réseaux primaires, d'arrivée et de distribution, tableaux, etc., à raison de Fr. 70 par kw. installé Fr. 9 000 000

A ces dépenses, il faut ajouter :

Somme à valoir pour une réserve d'eau à créer à Pyrimont ou au Bourget. . . . . Fr. 4 000 000  
A valoir et intérêts intercalaires. . . . . 6 000 000  
Capital total . . . . . 60 000 000

En estimant la perte dans les transformateurs rotatifs et lignes de raccord à 15 %, on aura une puissance utilisable de  
 $135\,000 \times 0,85 = 115\,000$  kw.

D'où la dépense par kw. installé à Paris

$$\frac{60\,000\,000}{115\,000} = \text{Fr. } 522$$

Et par kw. d'étiage  $\frac{60\,000\,000}{70\,000} = \text{Fr. } 856$

#### VII. Dépenses d'exploitation et prix de revient.

Les dépenses de service ont été calculées à Fr. 4 000 000 par an. Pour l'intérêt et l'amortissement des installations il faut compter 4 1/2 millions par an. Les dépenses totales seront ainsi de 5 1/2 millions.

Le prix de revient variera suivant la durée d'utilisation annuelle de chaque kw. installé :

| Durée du fonctionnement annuel de chaque kw.-installé. | Prix de revient du kw.-heure. |
|--|-------------------------------|
| 1000 heures.   | 6,9 centimes.                 |
| 1200 »   | 6,0 »                         |
| 1500 »   | 4,8 »                         |
| 2000 »   | 3,7 »                         |
| 2500 »   | 3,1 »                         |
| 2800 »   | 2,8 »                         |
| 3000 »   | 2,6 »                         |
| 6000 »   | 1,6 »                         |

#### VIII. Voie navigable entre Lyon et Genève.

Le fonctionnement de l'usine de Génissiat provoquera naturellement des variations dans le régime du Rhône en aval. L'auteur du projet a signalé la possibilité d'utiliser le lac du Bourget comme réservoir compensateur, permettant d'assurer la navigation dès Lyon.

En amont du barrage la nappe d'eau s'étendra jusqu'à la frontière suisse et sera parfaitement navigable. L'établissement d'un élévateur de bateaux pour passer le barrage de Génissiat ne paraît pas impossible.

On peut aussi concevoir la possibilité de construire des élévateurs aux autres barrages du Rhône sur territoire suisse : à la future usine N° 3 de Genève, à la Plaine ; à l'usine de Chèvres et à celle de la Coulouvrenière, à Genève même.

Tout permet d'entrevoir dans un avenir prochain la réalisation entre Lyon et Genève d'une voie navigable continue, dont la portée économique pour les deux pays serait incalculable.

### Rapport du jury sur le concours ouvert par la Ville de Genève pour la présentation de projets réalisant les meilleures conditions pour utiliser la force du Rhône, à La Plaine (Usine n° 3)<sup>1</sup>.

Le samedi 31 août, à 5 heures du soir, dernier délai fixé par le programme de concours, sept projets étaient parvenus au Conseil administratif. Deux autres projets ne sont parvenus que le 2 septembre.

Les experts se sont réunis le 21 septembre 1907 et constatent que les deux projets marqués, l'un d'un parallélogramme teinté en rouge avec croix blanche dans un angle, et l'autre marqué Lugdunum, n'étaient pas arrivés entre les mains du Conseil administratif à la date fixée par le programme du concours ; ces projets ne seront pas admis à concourir.

#### Observations de la Commission d'experts (jury).

I. *Projet marqué d'un disque noir bordé de rouge de M. K. Zschokke, ingénieur, à Aarau (1<sup>er</sup> prix).* — Ce projet, étudié d'une manière très remarquable, répond bien à toutes les conditions du programme. Son auteur a élaboré deux projets complets, l'un à l'aval, à l'embouchure de la London, et l'autre à l'amont.

*Projet aval.* — Dans ce projet la London est canalisée depuis son passage sous le chemin de fer et conduite dans le Rhône en aval du barrage. Les fondations du barrage, du bâtiment des turbines et de la digue le long de la London sont étudiées avec beaucoup de soins.

Le bâtiment des turbines comporte la place nécessaire pour installer 12 groupes de 2200 à 2700 HP. et 3 groupes de 250 à 400 HP. pour les excitatrices.

Le barrage est prévu pour 5 ouvertures de 10 mètres avec vannes en deux parties.

Considérant l'expérience favorable faite à Chèvres, la Commission estime que la disposition d'une seule vanne par ouverture du barrage est plus avantageuse que les deux vannes prévues.

Si la nature du sous-sol le permet, il y aurait avantage à remonter l'ensemble de l'usine et du barrage le plus possible vers l'amont, en conservant la même disposition en plan. Cela rendra la déviation de la London plus facile, la digue sera plus courte et pourra être probablement exécutée en terre.

Pour donner toute sécurité à la digue séparant le bassin de retenue du Rhône des terrains situés à l'aval, la Commission estime qu'il y a lieu d'empêcher les infiltrations à travers la couche de molasse qui paraît être perméable et de rendre la couche de molasse, sur laquelle cette digue est fondée, absolument imperméable.

Pour cela il serait nécessaire de construire en avant de la digue un écran en maçonnerie fondé au-dessous des points les plus profonds du lit du Rhône à l'amont du barrage prévu.

*Projet amont.* — Dans ce projet, dont l'auteur recommande la construction plutôt que celle du projet aval, le barrage est disposé dans le lit actuel du Rhône dans sa partie la plus resserrée à l'extrémité aval des prés de Bonnaz.

L'usine est construite sur rive droite et disposée pour recevoir 12 groupes de 2200 à 2700 HP. et 4 groupes pour excitatrices.

Les fondations de l'usine et du barrage sont protégées, contre les affouillements et les infiltrations d'eau, par un mur écran

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique de la Suisse romande* du 10 avril 1907, pages 81 et suivantes, avec figure (plan de situation).

fondé pneumatiquement jusqu'à la cote 340,50 à l'amont et jusqu'à la cote 339 à l'aval.

La Commission estime que cet écran doit être prolongé dans les falaises à droite et à gauche de manière à empêcher les infiltrations d'eau au travers de ces falaises. Elle estime également que cet écran doit entourer toutes les fondations, de manière que celles-ci forment une cloche enfoncée dans le sol.

Les cotés des fondations des murs formant cet écran autour des fondations ne pourront être déterminées que d'après la nature du sol reconnu pendant l'exécution des travaux.

Entre ces murs écrans, le terrain est comprimé par des pieux battus à un mètre d'écartement les uns des autres; la tête de ces pieux est noyée dans une dalle en béton armé qui recouvre tout le terrain ainsi que les murs écrans.

La Commission estime que l'épaisseur du radier du barrage, telle qu'elle est prévue dans le projet, est un peu faible à l'aval. L'épaisseur du seuil du barrage devra être dimensionnée d'après la nature des terrains telle qu'on la reconnaîtra pendant l'exécution.

Le pilotage des terrains compris entre les écrans de garde doit être exécuté sans décrochement, en sorte que la dalle en béton armé soit horizontale et continue.

Les piles du barrage devront être pourvues, à l'amont et à l'aval, de rainures permettant l'installation de bateaux-vannes pour la visite et les réparations du radier et des piles.

La construction de la surface du radier en contact avec l'eau en vitesse devra être étudiée d'une manière toute spéciale.

L'arrière-radier du barrage devra être allongé d'après les expériences faites à Chèvres.

Les piles du barrage paraissent trop faibles à l'endroit des entailles faites pour loger les chemins de roulement des vannes. Il sera sage, pour ce qui concerne l'exécution des parties mécaniques du barrage, de profiter des expériences faites à Chèvres. En conséquence, la Commission estime que les rouleaux doivent être préférés aux billes proposées par l'auteur pour les chemins de roulement des vannes.

Les grilles sont disposées d'une manière analogue aux nouvelles grilles de Chèvres. Le système spécial proposé pour leur nettoyage paraît peu pratique.

La Commission estime que le bâtiment doit être dimensionné pour un écartement de 10 mètres d'axe en axe des grandes turbines et pour une largeur de 15 mètres au minimum pour la salle des machines.

La question de savoir si l'usine doit être placée sur rive gauche ou sur rive droite ne pourra être élucidée qu'après l'exécution de nouveaux sondages.

II. *Projet « Sécurité » de MM. Autran, ingénieur, et Streit-Baron, entrepreneur, à Genève (2<sup>e</sup> prix).* — Ce projet est moins bien étudié que le précédent, surtout au point de vue des fondations.

Les auteurs étudient deux projets, l'un à l'aval, l'autre à l'amont de la London.

*Projet aval.* — Pour le projet à l'aval de la London, les auteurs préconisent une correction complète de la London avec nouveau pont sous le chemin de fer P.-L.-M. pour le passage de ce torrent et avec un bassin de dépôt de 50 000 mètres carrés.

Le bâtiment est établi pour 12 groupes de 2000 HP. avec 4 groupes d'excitation. Il est disposé sur la rive droite immédiatement en aval de l'embouchure de la London, avec canal de fuite de 70 mètres de largeur.

Le barrage, composé de 5 travées de 9 mètres, s'élargissant à 40 mètres vers l'aval, est placé en aval du bâtiment normalement au cours du Rhône. Deux vannes de chasse, de 5 mètres d'ouverture chacune, installées en prolongement du barrage du côté du bâtiment, permettent l'évacuation des sables accumulés entre les grilles et le bâtiment.

Les grilles sont disposées conformément au programme.

La digue et les fondations sont supposées sur terrain imperméable et sans précautions spéciales.

La digue est implantée au milieu de la plaine, vers Cinge, elle part du bâtiment des turbines pour se relier aux falaises vers la ligne du chemin de fer. Sa longueur est de 800 mètres environ. La digue est construite en maçonnerie, avec contreforts intérieurs; elle est appuyée du côté opposé à l'eau par un remblai. Cette digue est supposée fondée en bon terrain.

*Projet amont.* — Le barrage et l'usine sont en alignement. Le barrage est composé de 5 ouvertures de 9 mètres munies de vannes analogues à celles de Chèvres et a son seuil relevé de 3 m. 50 au-dessus du fond du Rhône.

Le radier du barrage a 15 mètres de longueur en amont et 50 mètres en aval. Les dispositions sont analogues à celles de Chèvres.

Grilles semblables aux nouvelles grilles de Chèvres.

Bâtiment analogue à celui du projet aval avec fondations prévues exécutées à sec et par épuisement.

Le coût de ce projet supposé fondé comme le projet amont marqué d'un disque noir et liseré rouge revient sensiblement plus cher. Une étude définitive de ce projet nous paraît devoir ramener son coût au même prix que celui du dit projet.

L'emplacement choisi par les auteurs pour le barrage et l'usine, d'après le résultat des sondages effectués, ne paraît pas suffisamment motivé. Il semble probable que la nature du terrain sera sensiblement la même aux emplacements A et B du plan qu'à l'emplacement C plus en aval. Il n'y a donc pas intérêt à remonter l'emplacement de l'usine.

Les auteurs esquissent un troisième projet pour un débit limité à 200 mètres cubes par seconde. L'usine sera disposée sur la rive droite vers le profil 42 et l'eau y serait amenée par un canal de 1300 mètres de longueur environ, avec barrage au travers du Rhône à l'entrée du canal.

Les grilles sont verticales et par panneaux pouvant s'enlever pour le nettoyage; il y a deux rangs de grilles, dont l'une reste en place pendant que l'on nettoie l'autre.

La Commission estime que la disposition de deux rangs de grilles n'est pas pratique.

L'entrée du canal est protégée par des vannes.

D'après les auteurs, la chute serait la même que pour le projet amont; l'usine est disposée pour recevoir 10 groupes de 1800 HP. avec leurs excitatrices.

Cette disposition ne paraît pas justifiée dans le cas présent et elle ne rentre pas dans le programme du concours.

III. *Projet « Quand même » de M. Nivert, ingénieur, à Chamonix (3<sup>e</sup> prix).* — L'auteur conseille de placer les installations à l'aval de la London, qu'il canalise et introduit dans le canal de fuite.

Le barrage est à 6 vannes de 10 mètres dont le seuil est au niveau du lit du Rhône. La longueur du radier du barrage paraît insuffisante. Les fondations sont supposées sur la roche vive.

Le bâtiment est disposé pour recevoir 12 groupes de 2000 HP. et 4 groupes d'excitation.

Afin d'obtenir une chute à peu près constante, les turbines sont calculées pour un débit de  $194 \text{ m}^3$  et en hautes eaux l'augmentation de chute est produite par de gros éjecteurs pouvant débiter le même volume d'eau que les turbines. C'est là un système ingénieux et qui présenterait de grands avantages si l'expérience les avait consacrés. Le principe paraît juste en lui-même; il serait intéressant de l'expérimenter sur une faible chute et sur une échelle modeste. Mais nous ne pensons pas que la Ville de Genève puisse, pour une usine de l'importance de celle de La Plaine, inaugurer des systèmes nouveaux non encore éprouvés.

La Commission n'est pas d'avis de mettre la London dans le canal de fuite.

La grille est disposée en chevrons devant l'entrée des turbines, l'entrée de l'éjecteur étant entre 2 chevrons. Les barreaux de la grille sont inclinés à  $45^\circ$  et mobiles. La Commission pense que la disposition de barreaux inclinés rend leur nettoyage difficile et que des barreaux mobiles seront soumis à des trépidations qui les détruiront rapidement.

L'auteur prévoit, entre le bassin de retenue et la London, une digue en terre, ce qui est admissible à la condition d'empêcher les infiltrations au travers du sol à l'aide d'un écran de garde fondé à la cote 340 environ.

Le bâtiment des turbines est supposé fondé sur le rocher; il est séparé du barrage par une digue déversoir qui paraît dangereuse et inutile.

Le devis est indiqué sommairement et il est impossible de le vérifier, les quantités des ouvrages n'étant pas indiquées. Ce devis paraît insuffisant pour tous les ouvrages sauf pour l'usine.

L'auteur décrit sommairement un projet amont analogue comme disposition de l'usine à celui aval, mais dans laquelle les fondations du barrage et de l'usine seraient garanties par un garde-radier de 2 mètres d'épaisseur fondé sur des caissons de 4 mètres de largeur à 17 mètres en dessous de la cote du radier du barrage. Le terrain entre les garde-radiers serait décapé sur 5 mètres au-dessous de la cote du seuil du barrage et remplacé par du sable fin répartissant la pression. Sur ce sable repose une dalle en béton armé de 1 mètre d'épaisseur sur laquelle le barrage et le bâtiment sont fondés. L'interposition de sable entre les fondations et le terrain paraît inadmissible dans le cas particulier, à cause du danger de fuite de ce sable sous la pression de l'eau.

Le projet amont n'est accompagné d'aucun plan, sauf le plan général, et d'aucun métré.

L'ensemble du projet, tout en présentant des détails très intéressants, ne paraît pas susceptible d'être exécuté sans de grandes modifications.

IV. *Projet « 118 : 22 » de M. Clemens Herschell, ingénieur, à New-York (4<sup>e</sup> prix, ex-æquo).* — Dans ce projet, les turbines sont munies d'un dispositif propre à rendre la chute à peu près constante comme dans le projet « *Quand même* ». La disposition adoptée consiste en un gros tube percé de trous placé dans le coursier de sortie de l'eau des turbines et dans lequel l'eau d'amont est amenée par un tube conique et emmenée par un autre tube conique en sens inverse. L'eau fait ainsi aspiration sous les turbines et augmente la charge de l'eau sur les turbines. L'auteur ne présente aucun calcul à l'appui de son système, mais il paraît croire que le rendement serait très élevé. La Commission est convaincue que le résultat sera beaucoup moins favorable que l'auteur ne le croit.

L'entrée de l'eau dans les éjecteurs devrait, en tout cas, être disposée à l'avant des grilles.

Les fondations du projet amont seraient garanties contre les infiltrations et les affouillements par des garde-radiers formés de files de palplanches métalliques de 10 mètres de longueur.

Les fondations du projet aval sont supposées sur le rocher.

Le métré ne donne que sommairement, et sans détail aucun, les quantités de béton et de fer entrant dans la construction.

Ce projet émet une idée très ingénieuse, mais qui devrait obtenir la sanction de la pratique avant de pouvoir être appliquée à une installation aussi considérable que celle qui nous occupe.

V. *Projet « Labor » de M. C. Buttiaz, ingénieur, à Lausanne (4<sup>e</sup> prix, ex-æquo).* — L'auteur ne présente qu'un avant-projet aval. Afin de retenir toutes les eaux provenant des à-coups de l'usine de Chèvres, la retenue est portée à la cote  $361^{\text{m}},30$  au lieu de la cote  $360^{\text{m}},60$  prévue par les projets précédents; la zone d'inondation des terrains sera fortement accrue de ce fait.

L'auteur prévoit une usine disposée pour recevoir 12 turbines doubles, capables de débiter  $25 \text{ m}^3$  en hautes eaux, et 4 groupes pour excitatrices.

Le barrage se compose de 6 vannes de 6 mètres d'ouverture et 13 mètres de hauteur. Système de celui de Chèvres.

L'usine est sur la rive gauche, et le canal d'aménée disposé en forme de dépotoir parallèle au Rhône sur une longueur de 250 mètres et séparé du Rhône par un mur de garde surmonté d'un écran laissant passer le milieu de la nappe d'eau seulement. La partie supérieure de l'écran est supposée arrêter les corps flottants, et la partie inférieure les corps lourds.

L'idée de l'écran de surface paraît juste, cet écran diminuerait les frais de nettoyage des grilles. Peut-être permettrait-il de diminuer les dimensions de la grille.

Les grilles sont placées immédiatement devant le bâtiment des turbines sur un développement de 165 mètres.

Dans le mur supportant les grilles sont disposés de gros tubes métalliques perpendiculaires à ce mur et débouchant entre les grilles et le bâtiment dans un autre tube parallèle aux grilles, lequel évacue les eaux chargées de sable à l'aval du barrage. Des vannes règlent l'entrée et la sortie de l'eau.

Le fonctionnement de ce dispositif paraît très problématique.

Digue en béton armé séparant la retenue d'eau de la London, avec fondation prévue sur bon terrain.

Pas de métré. Indication très sommaire des cubes de maçonnerie.

Dans son ensemble, le projet ne répond pas complètement aux conditions du programme.

VI. *Projet « Eureka » (non primé).* — *Projet aval seulement.* L'auteur intercale le bâtiment des turbines dans la digue séparant le bassin de retenue des eaux de la London. La partie de cette digue située entre le bâtiment et le barrage sert à séparer le canal de fuite du Rhône.

Ce projet ne donne qu'un schéma de la digue et de l'usine supposée, construit en béton armé, sans autre étude que l'indication que la maison Hennebique est disposée à faire l'étude de ces constructions si on le lui demande.

Projet indiqué d'une façon trop sommaire pour qu'il y ait lieu de le prendre en considération.

VII. *Croquis « Aplanos »* (non primé). — Croquis à main-levée représentant une usine annulaire placée au milieu du Rhône à l'amont de la London vers le profil 42.

Ce projet ne remplit aucune des conditions du programme. Aucun détail, aucun métré.

#### Conclusions.

La Commission, après avoir arrêté la liste des prix qu'elle propose, s'occupe de la question de savoir s'il lui est possible de faire un choix entre les deux solutions dont l'étude avait été mise au concours, la Ville de Genève insistant sur l'intérêt qu'il y aurait pour elle à être fixée, dès maintenant, sur celle des solutions qu'il serait préférable d'adopter.

Un des membres rappelle les avantages et les inconvénients inhérents à chacune d'elles.

À l'emplacement où l'auteur du projet I prévoit l'ouvrage amont, la vallée est assez étroite pour que le barrage et l'usine à établir suffisent presque à eux seuls pour former la digue de retenue des eaux supérieures; les travaux difficiles et coûteux sont ainsi réduits au minimum; d'autre part, le sous-sol est de composition variable. Le coteau de rive droite dans lequel on aurait à l'encastrier est formé par un conglomérat complètement incompressible; au delà, les sondages accusent à la partie supérieure du terrain des couches de gravier qui descendent jusqu'à la cote 341<sup>m</sup>,90 au point B voisin de la rive, à la cote 336 au sondage A au niveau des basses eaux, et à la cote 347,67 sur la rive gauche.

Au-dessous du gravier on rencontre des couches de marne avec interposition de molasse, puis au-dessous, des couches de glaise épaisses. On n'a aucune donnée sur la nature de ces couches de glaise qui peuvent être ou assez dures ou molles.

En tous cas, les terrains sur lesquels reposeraient les fondations n'ont aucune homogénéité. En admettant que chaque couche soit, moyennant de suffisantes précautions, en état de porter une construction même lourde, on peut redouter des tassements irréguliers dans la partie de résistance variable. Comme conséquence, il en résulterait des cassures dans les maçonneries, ou des vides entre elles et certaines parties du sol inférieur, accidents toujours dangereux dans des ouvrages soumis à d'aussi fortes pressions d'eau.

À l'aval, le terrain rencontré est constitué par des couches de molasse entre lesquelles sont interposées des couches de marne dure sur quelques points.

On aurait à établir à l'air comprimé des masques de protection descendus à des profondeurs plus ou moins grandes, de même qu'à l'amont; mais on peut compter que l'ensemble de la fondation porterait sur un sol incompressible et que, par suite, on n'aurait pas à redouter des tassements inquiétants tels que ceux auxquels on pourrait être exposé dans la situation amont. C'est là un avantage très sérieux; de plus, on bénéficierait de la différence de chute du fleuve entre les deux emplacements, différence qui, après correction du lit du Rhône entre le barrage et le pont de La Plaine, paraît pouvoir être évaluée à 0<sup>m</sup>,80 environ; la force supplémentaire ainsi obtenue sera d'au moins 1000 HP. pendant la saison des basses eaux.

Par contre, on aurait à dévier la rivière la London dont le débouché dans le fleuve devrait être reporté à l'aval du canal de fuite, et à construire une digue pour relier l'usine au coteau de la rive droite.

La dérivation de la London, malgré certaines craintes manifestées à son sujet, ne semble pas devoir donner lieu à de

sérieuses difficultés et à une dépense importante, mais il n'en est pas de même de la construction de la digue.

Dans le projet I, de beaucoup le mieux étudié, cette digue aurait une longueur de plus de 400 mètres. Il semble qu'on pourrait remonter l'ensemble des ouvrages d'au moins 150 mètres vers l'emplacement des sondages figuré en H et C sur la pièce N° 2 du dossier remis aux concourants.

Il faudrait, pour être fixé sur ce point, compléter le sondage H qui a été arrêté à la cote 349.

Dans le cas où ce sondage accuserait l'existence de la molasse, la construction de la digue se trouverait bien simplifiée. On diminuerait la longueur de cet ouvrage de plus d'un tiers, en supprimant la partie de beaucoup la plus difficile. On réduirait ainsi très notablement les frais de cet ouvrage et les risques qu'entraînerait son exécution pour la contrée voisine.

On peut se demander si, en tenant compte d'une part de l'économie ainsi réalisée, d'autre part du bénéfice que la Ville aurait à retirer de l'augmentation de chute, si la solution aval, plus coûteuse que la solution amont avec les dispositions prévues par le projet, ne deviendra pas la plus avantageuse au point de vue économique et, par suite, s'il n'y aurait pas lieu tout d'abord de compléter le sondage H. Dans le cas où il serait favorable, on ferait une étude comparative de la variante aval et de la solution amont. C'est à ce moment qu'on pourrait arrêter le choix définitif entre les deux solutions et cela pourrait, d'ailleurs, être fait directement par la Ville de Genève, sans nécessiter, en aucune façon, le concours de la Commission.

Un des membres ne partage pas la crainte manifestée par le préopinant relativement au danger que pourrait entraîner pour l'installation des fondations de la solution amont la constitution irrégulière du sous-sol.

Les terrains rencontrés dans cette partie de la vallée du Rhône sont au moins aussi bons que ceux sur lesquels ont été fondés, à sa connaissance, des ouvrages d'importance équivalente à celle des ouvrages prévus, sur divers points de la Suisse, sans qu'aucun tassement ne se soit produit.

Il estime qu'on peut construire avec sécurité le barrage et l'usine sur l'emplacement défini par le projet I, à l'amont. Dans ces conditions, rien ne s'oppose à ce que la Commission élimine, dès maintenant, la solution aval.

L'inconvénient d'une légère réduction de la chute lui paraît de mince importance en présence de l'infériorité résultant, pour cette solution, de la nécessité d'établir une digue de grande longueur, dont l'existence pourrait constituer un danger.

D'autres membres croient que la solution d'aval resterait toujours la plus coûteuse. L'augmentation de chute qu'elle permettrait d'obtenir ne leur paraît pas devoir dépasser 50 centimètres.

Le Président de la Commission d'experts ajoute qu'après avoir été partisan de la solution d'aval, il pense, lui aussi, qu'il convient d'adopter la solution amont. Il attire l'attention sur l'opposition importante que ne manquerait pas de faire à l'établissement de la digue la population voisine, habitant les communes françaises, qui n'aurait aucun bénéfice à retirer de la création de l'usine projetée et verrait, au contraire, toujours en elle une menace redoutable.

La Ville de Genève pourrait être exposée à des réclamations formulées par voie diplomatique qui entraîneraient des pourparlers assez longs avec l'Etat voisin et retarderaient, sans doute, d'une façon préjudiciable à ses intérêts, la grande œuvre projetée.

Il serait sage d'éviter de tels incidents, même si, à certains points de vue, la solution d'aval devait présenter des avantages.

Après un nouvel échange d'observations, les membres de la Commission sont unanimes pour émettre l'avis qu'il convient d'écartier la solution aval en raison des inconvénients de natures diverses qui peuvent résulter de la digue de grande longueur qu'elle nécessiterait, et qu'il convient d'établir la nouvelle usine à l'amont, à l'emplacement défini sur le projet I.

Des sondages très précis pourraient être effectués pour permettre de connaître exactement la nature du terrain ; c'est d'après les résultats donnés par ces sondages qu'on aurait à adopter les dispositions définitives pour les ouvrages. Il est important, en tout cas, de faire en sorte que le massif des ouvrages soit vigoureusement ancré dans le sol et dans la rive voisine et que, d'autre part, les charges à supporter par les terrains soient fort minimisées et réparties d'une façon uniforme sur le fond.

Genève, 9 octobre 1907.

*Les membres de la Commission :*

Th. TURRETTINI. JOLY. P. PICCARD. J. CHAPPUIS.  
L. KURSTEINER. F. SCHÜLE.

## SOCIÉTÉS

### Société suisse des ingénieurs et architectes.

*Circulaire du Comité central aux Sections.*

HONORÉS COLLÈGUES,

La Section vaudoise de notre Société nous signale la publication prochaine d'un ouvrage de notre collègue M. Næf, archéologue cantonal, à Lausanne, sur le *Château de Chillon*. Ce livre, richement illustré et d'un grand intérêt artistique, sera tiré à mille exemplaires. La Section vaudoise, qui a patronné cet ouvrage, le met en souscription au prix de Fr. 30, au lieu de Fr. 40 en librairie.

Ensuite d'un accord intervenu entre M. Næf et la Section vaudoise, un prix de faveur Fr. 25 est réservé aux membres de la Société suisse des ingénieurs et architectes, à la condition toutefois que le nombre d'exemplaires souscrits par eux atteigne 50.

Nous vous prions d'adresser les demandes de souscription directement à M. G. Epitoux, président de la Section vaudoise, à Lausanne.

Avec considération distinguée,

Zurich, le 25 octobre 1907.

Au nom du Comité central :

*Le Président,*                      *Le Secrétaire,*  
G. NAVILLE.                      H. PETER.

### Association amicale des anciens élèves de l'École d'ingénieurs de l'Université de Lausanne.

*Course du 12 octobre 1907.*

L'Association amicale des anciens élèves de l'école d'ingénieurs de Lausanne avait organisé sa course annuelle dans le

courant de l'été à Martigny et Boverrier. Par suite de diverses circonstances, ce projet ne put être exécuté à l'époque habituelle. En effet, au mois de juillet les travaux qu'il s'agissait de visiter n'étaient pas assez avancés pour que la course pût être faite utilement ; ensuite une grève qui s'était déclarée sur les chantiers nécessita un nouveau renvoi. Pendant ce temps, l'époque des cours de répétition était arrivée, et comme une bonne partie de nos membres étaient aux manœuvres, il fallut retarder encore. Enfin, on ne pouvait choisir la fin de septembre par le fait de l'assemblée générale de la Société suisse des ingénieurs et architectes, à Genève. D'autre part, les délégués de la Société vaudoise des ingénieurs, ainsi que les anciens élèves du Polytechnicum ayant proposé une course en commun avec l'Association amicale des anciens élèves de l'école d'ingénieurs de Lausanne, il fut décidé, puisque la course de Martigny était déjà organisée, que nos collègues se joindraient à nous.

Ainsi fut fait. C'est pourquoi le samedi matin, 12 octobre, on rencontrait sur le quai de la gare de Lausanne de si nombreux représentants de la « gent ingénieuse ». La Direction de l'Exploitation des C. F. F. ayant accordé l'arrêt du train direct à Martigny, nous avons pu partir à 9 h. 15 et gagner ainsi à l'arrivée une bonne heure qui a été utilement employée à la visite de l'usine électrique de Martigny-Bourg et de la tête Nord du tunnel d'amenée d'eau.

Après le dîner, à 1 1/2 h., des breaks nous transportaient au Pont des Trappistes, à proximité duquel on nous fit voir les installations destinées à dessabler l'eau (la Dranse charrie pendant tout l'été des quantités énormes de sable). On traverse ensuite le tunnel sur un assez long parcours pour arriver enfin au barrage. Ce dernier est construit de telle façon que les feuilles d'arbres qui pourraient s'y accumuler en automne soient constamment évacuées. L'eau dérivée de la Dranse passe ensuite dans le canal de dérivation (en tunnel), dont l'entrée est pourvue de vannes automatiques, combinées de telle sorte que l'admission de l'eau est réglée, quelle que soit la hauteur de l'eau dans le lit de la rivière.

Le temps, malheureusement, avait passé trop rapidement, et le moment était venu de prendre le chemin du retour. Les uns profitèrent de visiter, en rentrant à Martigny, les chantiers, déjà bien avancés, du chemin de fer Martigny-Orsières. Les autres, satisfaits de leur journée, redescendirent en breaks.

En résumé, la course fut des plus agréables ; au lieu de la chaleur torride et de la poussière que nous aurions dû subir cet été, nous avons pu jouir d'une des plus belles journées de l'automne, et admirer, quand nous n'étions pas absorbés par les travaux hardis des ingénieurs — ces vandales, à en croire certains esprits chagrins — les coteaux aux teintes dorées des pampres et des fayards.

Nous ne voulons pas terminer ces quelques notes sans exprimer à M. Boucher, ingénieur — qui dirige les installations hydro-électriques de Martigny —, à ses collaborateurs, ainsi qu'à MM. de Vallière et Simon, ingénieurs, qui s'occupent du Martigny-Orsières, et à leur personnel, nos plus sincères remerciements pour la cordialité dont ils ont fait preuve dans ces circonstances. Nous n'oublierons pas non plus la gracieuse attention du chemin de fer Martigny-Châtelard qui a mis à notre disposition une voiture des tramways de Martigny.

E. G.