

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 30 (1904)  
**Heft:** 4

## Sonstiges

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 26.01.2026

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

$$\begin{aligned}
 \text{Ellipse centre } O_2: & \left\{ \begin{array}{l} a_2 = 2^m,753 \\ b_2 = 2^m,562 \\ \rho'_2 = 2^m,384 \\ \rho_2 = 2^m,958 \\ O_2 F_2 = 1^m,0075 \end{array} \right. \\
 & \rho_2 = \frac{(1,939 \times 3,563)^{\frac{3}{2}}}{7,0532} = 2^m,575.
 \end{aligned}$$

Les éléments de la troisième ellipse sont :

$$\begin{aligned}
 \text{Ellipse centre } O_3: & \left\{ \begin{array}{l} a_3 = 7^m,051 \\ b_3 = 6^m,561 \\ \rho'_3 = 6^m,105 \\ \rho_3 = 7^m,581 \\ O_3 F_3 = 2^m,583 \\ Q_3 N_3 = 1^m,887 \\ \rho_4 = 7^m,45. \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

Nous avons déterminé quelques points intermédiaires de la développée de cette troisième ellipse pour la tracer exactement.

Ces données permettent de construire les détails du bandeau de tête à grande échelle ; 1 : 5 par exemple, et de déterminer par conséquent très facilement toutes les dimensions des voussoirs avec une approximation suffisante (pl. 6).

Nous n'avons pas cru devoir renoncer aux avantages de l'appareil hélicoïdal pour adopter l'appareil orthogonal, que les considérations théoriques indiquées dans l'ouvrage *Ponts en maçonnerie*, de Degrand et Résal, page 290 (écart de l'appareil hélicoïdal avec l'appareil théorique dans le cas de voûtes à plein cintre ou à demi-ellipse entière) devraient faire prévaloir dans notre cas, et ceci pour deux raisons :

1<sup>o</sup> Le biais du pont n'est pas très prononcé : 68°31' ;  
 2<sup>o</sup> La partie biaise du pont où cet appareil est employé ne forme qu'un espace restreint et se trouve en outre placé en dehors des voies principales ; enfin, nous avions un exemple semblable sous nos yeux dans le passage inférieur de la Péraudetaz, près de Pully, sur la ligne Lausanne-St-Maurice, qui a un biais beaucoup plus prononcé de 61°35' ; nous avons par conséquent adopté la même disposition pour les coussinets que celle de ce pont.

## Divers.

### Pont sur l'Arve aux Acacias<sup>1</sup>.

*Rapport du jury.*

Au Département des Travaux Publics du Canton de Genève.

Monsieur le Conseiller d'Etat,

Le jury que vous avez désigné, en date du 1<sup>er</sup> août 1903, pour l'examen du concours du pont sur l'Arve aux Acacias, s'est réuni, sur votre convocation, le jeudi 10 décembre à 2<sup>1/2</sup> heures dans votre bureau.

Les 13 projets parvenus au Département des Travaux Publics avant le 30 novembre à midi, conformément au programme,

étaient exposés au deuxième étage de l'immeuble N° 39 de la Grand'Rue, locaux où eurent lieu les délibérations du jury auxquelles assistait M. l'ingénieur cantonal Charbonnier.

Après s'être assuré que tous les concurrents avaient fourni les pièces requises par le programme, le jury procéda à un premier examen de tous les projets.

Des tableaux comparatifs établis par les soins du Département indiquaient les quantités de matériaux mis en œuvre et la dépense de chaque projet évaluée par son auteur.

D'après la nature des matériaux employés il y a lieu de distinguer :

A) Les ponts en béton armé, au nombre de deux, à savoir : « *Post tenebras lux* » ; « *Elégance et solidité* ».

B) Les ponts à poutres métalliques reposant sur piles en maçonnerie, au nombre de onze, à savoir :

« *Une idée claire* » ; « *Trois cercles concentriques* » ; « *Escalade* » ; « *Fauville* » ; « *Über die Arve* » ; « *Black* » ; « *Croissant rouge* » ; « *L<sup>2</sup> M T<sup>2</sup>* » ; « *Ceux de Genève* » ; « *Hêtre* » ; « *H dans un cercle* ».

L'ordre de cette énumération est sans importance.

Au point de vue du système des poutres principales, les ponts métalliques se classent comme suit :

Deux ponts à poutres cantilever de hauteur variable.

Un " " droites à travées indépendantes.

Deux " " continues.

Six " " arquées " "

### A. Ponts en béton armé.

La condition recommandée par le programme de laisser à la rivière le plus grand écoulement possible et la faible hauteur existant entre le niveau de la chaussée et celui des hautes eaux n'étaient pas de nature à faciliter l'application de ce procédé de construction.

*Post tenebras lux.*

Ce projet présente une grande arche centrale parabolique de 45 mètres de portée et 4<sup>m</sup>,80 de flèche, encadrée de part et d'autre par des consoles arquées de 16<sup>m</sup>,50 de portée.

Calculé d'abord comme système articulé sur piles et reposant aux culées sur des rouleaux, l'auteur arrive par une étude théorique soignée à reconnaître la nécessité d'une articulation à la clé, les moments fléchissants en ce point étant sans cela trop considérables.

Les poussées qu'il obtient sur les piles sont au reste considérables, ce qui est en contradiction avec le programme.

Le coefficient de travail prescrit pour le fer est également dépassé.

Au point de vue pratique, l'étude de la construction en béton armé est incomplète et on ne voit pas trop comment l'auteur a compris le revêtement de granit dont parle son mémoire.

Le métré de l'ouvrage fait défaut, ce qui rend impossible la vérification du devis.

Au point de vue esthétique, ce pont est d'un aspect massif et très lourd. Par rapport à la ligne des hautes eaux il est inférieur aux autres projets en ce qui concerne un débouché suffisant.

Les édicules sur les piles sont très lourds et de silhouette peu gracieuse ; de plus leur destination paraît douteuse. Les poteaux spéciaux devant supporter les câbles du tramway et placés sur les trottoirs ne sont pas d'un heureux effet.

### Elégance et solidité.

Ce pont à 4 travées de 17 + 22 + 22 + 17 = 78 m. de portée a été calculé comme poutre continue à 5 appuis sur rouleaux. Ce mode de calcul se rapproche peu du cas étudié qui est celui d'une poutre encastrée sur piles et sur culées. L'auteur du projet essaie bien de calculer l'effet de l'enca斯特rement et celui produit par la dilatation du tablier ; il arrive alors à des pressions de 26-27 kg. par cm<sup>2</sup> sur les piles, ce qu'il estime lui-même exagéré. Il est regrettable que l'auteur n'ait pas donné le calcul complet dont il parle à la fin de son mémoire descriptif.

Comme construction, on peut reprocher un revêtement de pierre de taille beaucoup trop mince ; les plans ne prévoient

<sup>1</sup> Voir N° du 25 décembre 1903, page 402.

nulle part la pose des canalisations ; la construction en béton armé est incomplète ; le méttré est insuffisant ; il n'est tenu aucun compte des culées dans le devis qui s'élève, d'après l'auteur du projet, à Fr. 278 000 environ.

Esthétiquement parlant, ce pont est, par le fait de la pente de 3% donnée aux travées de rive, très arqué et son aspect assez élégant. Cependant les colonnes accouplées qui surmontent les deux premières piles sont hors d'échelle avec celles-ci et en général avec le pont lui-même.

Elles sont surtout hors de proportion avec les chimères qui les surmontent. Les conditions d'écoulement des eaux, par le fait des trois piles, bien que préférables à celles du précédent projet, sont inférieures à celles des projets qui n'admettent que deux piles.

#### B. Ponts métalliques.

##### Cantilever. Observation générale.

Le système cantilever, avantageux au point de vue du montage dans le cas d'un tablier placé sur de hautes piles et pour de grandes portées, en ce qu'il supprime une partie des échafaudages, n'est pas justifié ici à cause de son inconvénient majeur, l'inflexion et les vibrations beaucoup plus accentuées que pour la poutre continue de même portée dans un cas où la hauteur des poutres est forcément limitée. Il y a donc lieu de rejeter ce système dans le cas particulier où les difficultés de montage n'existent pas et où les piles, grâce aux fondations prévues, ne sont que peu sujettes à des tassements.

##### Une idée claire.

Ce projet, très consciencieusement étudié, est un cantilever à trois travées, les articulations se trouvant dans la travée centrale. Longueur des travées :  $23 + 33,20 + 23 = 79m,20$ .

La répartition des neuf poutres principales dans la coupe transversale est peu motivée. Pourquoi l'auteur a-t-il séparé les trottoirs de la chaussée et pourquoi le contreventement n'existe-t-il que sous les trottoirs, alors que la chaussée, qui en a le plus besoin, en est privée ?

Dans le but de tenir les appuis des poutres sur piles hors des hautes eaux, les poutres principales sont suspendues à des entretoises reposant, elles, sur les appareils d'appui et de dilatation. Ce dispositif, que nous retrouvons également dans le projet *Black*, paraît peu recommandable en ce qu'il augmente inutilement le coût de la construction ; il n'y a, en effet, aucun inconvénient à ce que les hautes eaux extraordinaires atteignent les appuis.

Certains détails de construction laissent à désirer, par exemple l'emploi de cornières 50/50/5 comme entretoisement et de cornières 45/45/5 comme contreventement. Le tourillon double à l'articulation du cantilever n'est pas motivé.

Le poids de fer mis en œuvre est considérable ; malgré les observations susindiquées, c'est le plus lourd des 41 projets présentés.

Au point de vue esthétique les proportions sont très heureuses, l'architecture est sobre et élégante ; une critique de détail se rapporte au candélabre placé dans l'axe de la travée centrale, qui paraît trop grêle. La pente de 1,5% donnée au tablier est judicieusement choisie.

##### Trois cercles concentriques.

Cantilever à trois travées avec articulations dans la travée centrale. Portées théoriques :  $22,34 + 35 + 22,34 = 79m,68$ .

L'étude est bonne, il est seulement regrettable que l'auteur ait adopté le système cantilever.

On a omis dans le calcul du moment résistant de l'entretoise d'enlever les trous de rivets ; l'emploi de cornières 60/60/6 est peu recommandable.

Dans le calcul de la pression sur le sol de fondation, il n'a pas été tenu compte du poids propre de la pile, néanmoins les dimensions adoptées sont suffisantes.

La poutre à treillis est de construction tellement morcelée dans sa membrure inférieure qu'il eût été préférable d'adopter des poutres à âme pleine.

Quoique n'étant pas désagréable, l'aspect général de l'ouvrage est lourd par le fait que les piles sont sensiblement de même largeur depuis leur fondation jusqu'au sommet des pylônes qu'elles supportent. Les motifs avec candélabres sur culées sont maigres. La décoration du treillis des poutres de rive est trop chargée.

##### Poutres droites à travées indépendantes.

Cette solution adoptée par l'auteur du projet « *Escalade* » est peu logique.

C'est une erreur, dans le cas particulier, de ne pas profiter de l'économie résultant de la solidarité des diverses travées. Le méttré comportant un poids de métal de 548 500 kg. corrobore du reste cette assertion. Les coefficients admis pour le calcul du métal sont, il est vrai, par suite d'une erreur de calcul, inférieurs à ceux tolérés par les prescriptions fédérales. Par contre l'auteur n'a pas tenu compte, dans le calcul, des poutres principales, du cas de surcharge le plus défavorable, soit du chariot de 30 tonnes, qui donne des moments fléchissants supérieurs à ceux de la surcharge uniformément répartie à cause du faible écartement des poutres (1m,90). Le nombre des poutres (11) est du reste trop considérable, leur composition avec âme de 20 mm. peu constructive.

L'architecture est agréable et bien étudiée.

L'impression eût été meilleure si les piles avaient été légèrement surélevées de manière à donner une certaine pente aux travées de rive.

##### Poutres droites continues.

###### Faucille.

L'auteur présente un projet principal et une variante.

La caractéristique de cette dernière réside dans la forme des poutres extérieures, qui sont à membrures inférieures en arc, alors que les poutres sous chaussée sont de hauteur constante, toutes choses restant égales d'ailleurs.

Trois travées continues de  $24 + 31 + 24 = 79m$ . de portée théorique sont franchies par des poutres à âme pleine de 1m,50, de hauteur au nombre de huit.

Le projet est sérieusement étudié, cependant la disposition des appuis des longerons pourrait être simplifiée ; la manière dont s'appuient les zorès sur les poutres est peu claire.

L'aspect général du pont (projet principal) est la simplicité sans élégance. Les barres de treillis ondulées indiquées dans un but décoratif sur les poutres de bord ne s'expliquent pas.

Avec la variante, les proportions sont d'apparence plus favorable, mais celle-ci est obtenue par un artifice de rendu, car les poutres de bord étant seules arquées, les poutres centrales, de hauteur constante, auraient dû être teintées dans l'ombre, donnant ainsi l'aspect réel qui serait plutôt lourd et d'une infériorité marquée par rapport à plusieurs autres projets.

##### Poutres droites continues

###### Über die Arve.

Pont à quatre travées solidaires de  $19,60 + 20 + 20 + 19,60 = 79m,20$  de portée théorique. Sept poutres principales droites à âme pleine de 1m, 25 de hauteur et d'écartement variable, 2m, 80 sous trottoir, 3m, 50 sous chaussée.

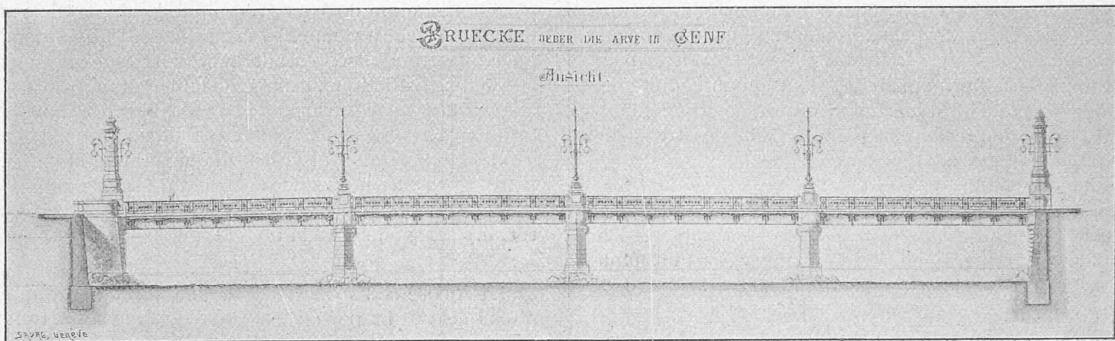
L'étude est bonne. La disposition adoptée pour la pose des canalisations sous les trottoirs est à recommander ; il suffit pour atteindre un point quelconque de celles-ci de lever une dalle de granit, ce qui se fait sans difficulté.

A retenir également la disposition intéressante des appuis des poutres, permettant au tablier de se dilater aussi bien dans le sens transversal que longitudinal.

Les calculs des pièces secondaires sont basés sur des hypothèses de surcharge par trop favorables. Il y aurait lieu également d'éviter l'emploi de rivets de 23 mm. dans des cornières 75/50 et de rivets de 20 mm. dans des cornières 60/40/7.

Une critique plus importante est celle relative à l'adoption de trois piles.

Il ressort clairement du méttré que cette solution est coûteuse. Le coût d'une pile est en effet évalué par l'auteur du projet à



II<sup>me</sup> Prix ex aequo : Projet « **Über die Arve** ». — Société anonyme des Usines Heinrich Bosshard & C<sup>ie</sup>, à Næfels ; MM. Grussy & C<sup>ie</sup>, ingénieurs, à Zurich, et Heinrich Jäggli, architecte, à Zurich.

Fr. 69 000, correspondant à un poids de fer d'environ 172 500 kg. Or le projet *Faucille*, à trois travées, pèse environ 400 tonnes, *Über die Arve* 350 tonnes, différence 50 tonnes, d'où perte  $172500 - 50000 = 122500$  kg. à Fr. 0,40 = 49 000 fr. Cette disposition est en outre moins favorable au point de vue de l'écoulement des eaux. Il est vrai que le débouché a été légèrement augmenté en donnant aux travées de rive une pente de 1 % raccordée par une courbe dans les travées centrales. Néanmoins il est peu logique de dépenser une somme aussi forte pour obstruer davantage le lit de la rivière.

Le pont, par contre, est d'un excellent effet architectural et décoratif, avec une heureuse disposition des candélabres sur les piles et des pylônes sur les culées.

C'est aux qualités signalées, malgré les trois piles qui ne sont du reste pas expressément prohibées par le programme, et malgré son coût élevé, que ce projet doit d'avoir été primé en second rang ex aequo avec deux autres.

#### Poutres continues de hauteur variable.

*Black.*

Trois travées arquées, de  $24,30 + 30 + 24,30 = 78^{\text{m}},60$  de portée, constituent un ensemble d'aspect assez agréable qui eût cependant gagné à présenter une travée centrale plus bombée.

Il est regrettable que l'auteur n'ait pas tenu compte de la variation du moment d'inertie dans le calcul des poutres principales dont le nombre (13) paraît exagéré. C'est par erreur que les surcharges ont été majorées, dans le calcul des entretoises, suivant la formule 2 (15—4 %) applicable seulement aux ponts de chemin de fer.

Le dispositif des poutres principales suspendues à des entretoises, dans le but de maintenir les appareils d'appui au-dessus des hautes eaux, se retrouve ici comme dans le projet *Une idée claire* et donne lieu à la même observation.

Le plan des fondations fait défaut, le devis du pont, qui se monte à 370 000 fr., ne comporte rien pour la construction des culées.

Le motif d'architecture couronnant les piles et qui sert de socle aux candélabres est trop chargé ; la base de ceux-ci s'étaie lourdement, sans élégance.

La solution indiquée (comme détail) avec mât supportant les câbles de tramway eût été préférable ; le dispositif proposé de mât sur la bordure des trottoirs n'est pas à recommander.

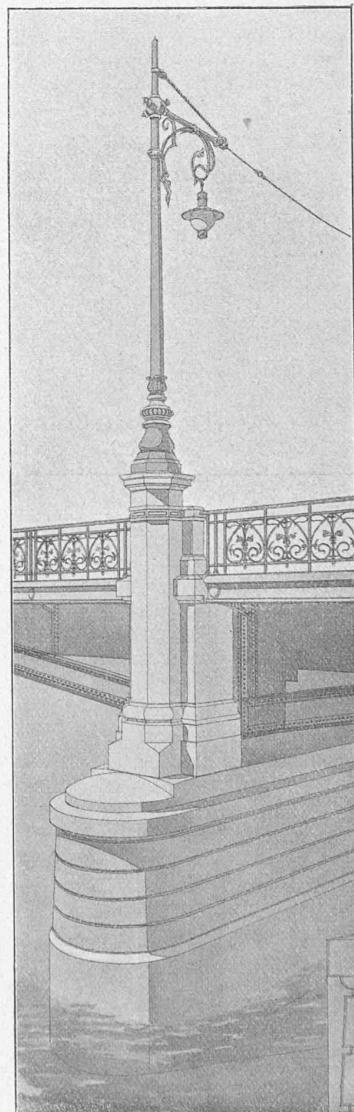
#### *Croissant rouge.*

La disposition générale en trois travées de  $24,50 + 30 + 24,50 = 79$  m. de portée théorique est bonne, de même que l'adoption de 8 poutres à âme pleine.

L'aspect général eût été cependant plus satisfaisant en donnant au pont un léger bombement longitudinal qui eût permis l'adoption de poutres plus hautes tout en maintenant le même débouché.

La pente des trottoirs à l'extérieur est trop forte (3 %), le raccordement de ceux-ci avec les trottoirs aux abords du pont, dont la pente est inverse, ne serait pas très favorable.

Le projet, présenté avec beaucoup de soin, donne malheureusement lieu à diverses critiques, tant au point de vue du calcul qu'au point de vue constructif.



II<sup>me</sup> Prix ex aequo : Projet « **Cœux de Genève** ». MM. Wartmann et Valette, constructeurs, à Brugg ; Georges Autran, ingénieur, à Genève ; L. & F. Fulpius, architectes, à Genève.

En ce qui concerne la chaussée en béton armé, système Matrai, le poids spécifique de 1200 kg. adopté pour le béton de machefer est trop faible.

Le calcul des poutres principales ne tient aucun compte de la variation de leur moment d'inertie; il y aurait lieu également de déduire de la section brute des poutres celle des trous de rivets d'assemblage des cornières aux semelles.

L'emploi des cornières 45/45/5 n'est pas admissible dans une construction de ce genre, pas plus que celui de montants de raidissement en fers C N° 8 des poutres sur les appuis. Ces raidissements devraient être plus nombreux et surtout plus robustes. Les évidements des tympans rappelant les poutres Vierendeel sont, avec leur bordure en cornières 35/35/3, peu recommandables. L'adjonction d'un contreventement à la hauteur de la membrure inférieure des poutres ne serait pas inutile. La fixation du garde-corps laisse à désirer.

Le poids total du métal, estimé à 301 tonnes par l'auteur du projet devrait, pour les diverses raisons susmentionnées, être notablement augmenté. Ce chiffre n'est du reste pas comparable avec celui des autres projets par le fait de l'adoption du béton léger qui ne paraît pas particulièrement recommandable puisque la légèreté du pont qui en résulte entraînerait d'ailleurs des vibrations plus sensibles.

L'architecture de ce projet, par le fait du peu de saillie de l'avant-bec des piles et du couronnement de celles-ci, évidé sous le socle des candélabres, est pauvre et maigre.

portée maximum de 3 m, 60 alors que la plupart de ceux-ci n'ont que 2 m, 60, voire même 2 m, 40 de portée. Une économie sensible pourrait être réalisée en adoptant deux types de longerons.

Comme esthétique, la ligne du tablier étant trop arquée donne aux travées de rive un aspect peu agréable par le fait des tympans trop inégaux. Les socles reposant sur les piles et supportant les candélabres paraissent grêles vu leur grande hauteur. Le devis fourni par l'auteur ascende à la somme de Fr. 450 000.

Cette étude sérieuse est de celles que le jury a jugé bon de récompenser en second rang ex-aequo avec deux autres projets.

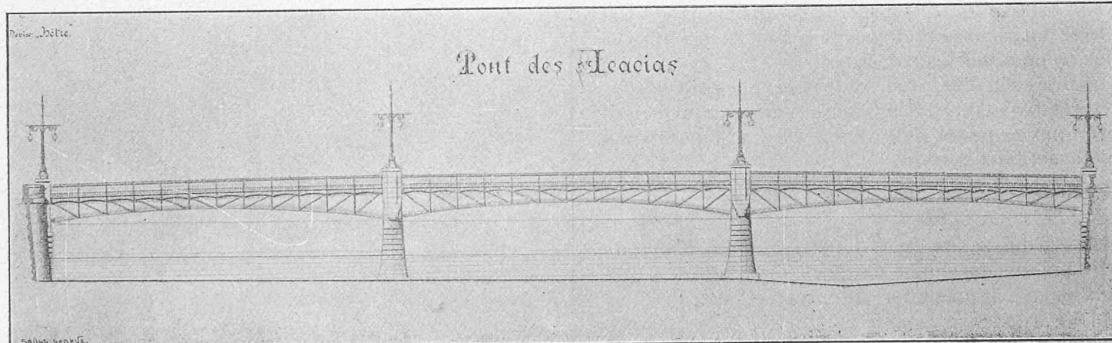
#### Hêtre.

La encore ce sont les trois travées à poutres arquées qui ont été admises. La portée théorique de toutes ces travées est de 26 m, 40, ce qui, tant au point de vue esthétique qu'économique, est une disposition plutôt désavantageuse.

La poutre pleine eut aussi, de l'avis du jury, présenté des avantages sur la poutre à treillis qui, étant donné sa hauteur relativement faible, est de construction très morcelée et n'a de léger que l'aspect.

La chaussée macadamisée sur zorès demanderait à être mieux étudiée; elle est trop mince près des trottoirs, la bordure métallique de ces derniers ne convient pas à un pont de cette importance. Au reste, une chaussée asphaltée s'impose dans le cas particulier.

Les longerons ne sont pas fixés sur les entretoises, leur nombre pourrait être réduit sans inconvénient.



II<sup>me</sup> Prix ex aequo : Projet « Hêtre ». — Ateliers de construction de Döttingen.  
M. Conrad Zschokke, ingénieur, à Aarau,

*L<sup>2</sup> M T<sup>2</sup>.*

Ce projet, incomplet sous bien des rapports, comporte trois travées de 24 + 31 + 24 = 79 m. de portée théorique. Les poutres, au nombre de huit, sont de forme trapézoïdale dans les travées de rive légèrement arquées dans le voisinage immédiat des piles et arquées dans la travée du milieu. Tant au point de vue esthétique qu'économique, il eût été préférable d'adopter des poutres pleines plutôt qu'un treillis excessivement lourd. Le calcul de ces poutres a été fait sans tenir compte de la variation du moment d'inertie; l'auteur du projet dit bien que pour une étude définitive le calcul devrait être refait.

L'étude des fondations manque totalement. Le plan de la construction prescrit par le programme fait défaut. La dalle en béton armé est de dimensions exagérées. A relever une erreur dans l'estimation du coût de la chaussée. Le devis ne comporte pas le coût des fondations.

L'architecture de ce projet est trop simple, les candélabres sont grêles, l'aspect général est peu satisfaisant.

#### Poutres continues de hauteur variable.

##### *Ceux de Genève.*

Les trois travées à poutres en arc de 25,60 + 28 + 25,60 = 79 m, 20 de portée théorique qui constituent cet ouvrage sont bien étudiées tant en ce qui concerne les calculs que la construction. Il y a cependant lieu de reprocher à l'auteur du projet l'adoption de longerons d'un seul type correspondant comme calcul à la

L'étude est, à part ces quelques observations, très soignée, les calculs exacts et bien présentés, le métré et le devis très complets. L'auteur estime à 350 000 fr. le coût total de l'ouvrage. Ce prix serait à majorer de 12 000 fr. si les travaux devaient s'exécuter à l'époque des hautes eaux, auquel cas les caissons pneumatiques en béton armé prévus pour le fonçage (2 par pile) seraient remplacés par un caisson métallique par pile.

Les piles sont minces et leur aspect architectural et décoratif n'est pas très heureux. L'aspect général de l'ouvrage est d'une grande simplicité.

Etant donné les qualités de ce projet, il a été primé en second rang ex-aequo avec « Ceux de Genève » et « Über die Arve ».

#### *H dans un cercle.*

Parmi tous les projets présentés, celui-ci se distingue tout d'abord par ses proportions favorables et par son architecture et sa décoration sobre et de bon goût.

Les trois travées de 23,88 + 31,04 + 23,88 = 78 m, 80 de portée théorique qui le constituent sont à poutres trapézoïdales dans les travées de rive et à poutres arquées dans la travée centrale.

Ces poutres pleines, convenablement raidies, ont une hauteur de 0 m, 90 sur culées, 1 m, 90 sur piles et 1 m. au milieu de la travée centrale. Au nombre de huit elles partagent le pont dans le sens transversal en quatre zones que l'auteur du projet s'est efforcé de rendre indépendantes les unes des autres en supprimant les entretoises verticaux reliant les poutres de deux zones voisines.

Cette manière de faire satisfait en une certaine mesure la condition théorique à la base du calcul des poutres principales que chaque poutre doit travailler indépendamment de ses voisines. Par contre, au point de vue pratique, cette disposition enlève au tablier une partie de sa stabilité et accentue les vibrations et inflexions, chaque tronçon vibrant et s'infléchissant indépendamment du tronçon voisin.

Il serait donc recommandable d'assurer tout d'abord au tablier son maximum de rigidité, quitte à sacrifier à cette condition de première importance des considérations théoriques de moindre valeur.

La disposition adoptée facilite, il est vrai, la pose des canalisations, qui sont simplement suspendues aux entretoises porteuses ; les réparations de ces canalisations seraient toutefois assez difficiles du fait même de cette suspension, et de toute manière la disposition d'entretoises à treillis appliquée sur toute la largeur de l'ouvrage présente de sérieux avantages.

Le système proposé pourrait être cependant toléré avec la chaussée sur zorès longitudinaux recouverts de béton et d'asphalte, bien que cette indépendance relative des diverses zones n'aile pas sans faire craindre des fissures dans la chaussée, ce qu'il est utile d'éviter autant que faire se peut.

Hormis cette observation, les dispositions d'ensemble et de détail sont bonnes. La construction métallique est bien comprise, les calculs exacts et très complets, c'est ainsi que les inflexions ont été calculées dans les divers cas de surcharge. L'auteur insiste sur le fait que les poutres recevront en cons-

<i>H dans un cercle</i>	coût	Fr. 354 700
<i>Ceux de Genève</i>	"	Fr. 362 500
<i>Hêtre</i>	"	Fr. 346 400
<i>Über die Arve</i>	"	Fr. 405 000

#### Conclusions.

Se basant sur les considérations qui précédent, le jury a décidé, dans sa séance du 12 décembre 1903, de répartir la somme de Fr. 4000 mise à sa disposition de la manière suivante :

Premier prix, Fr. 1300	<i>H dans un cercle.</i>
3 seconds prix ex-æquo, Fr. 900	<i>Ceux de Genève.</i>
	<i>Hêtre.</i>
	<i>Über die Arve.</i>

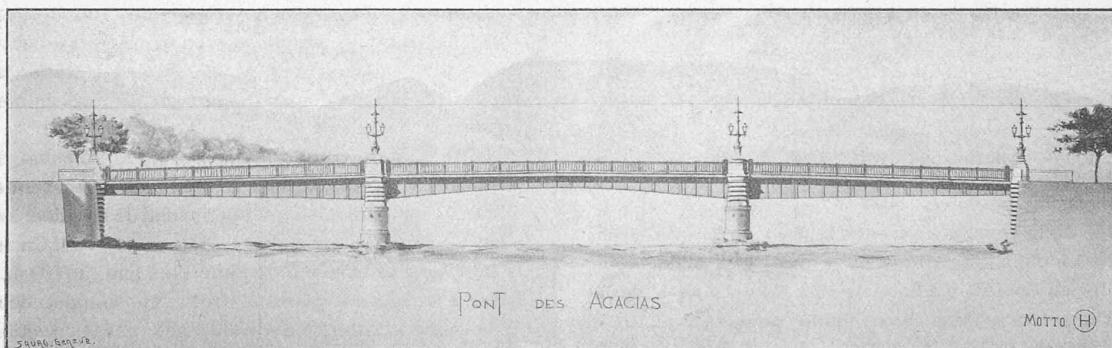
#### Noms des auteurs des projets primés.

*H dans un cercle.* — Société anonyme des Ateliers de construction Th. Bell & Cie, à Kriens. Gribi, Hasler & Cie, à Berthoud. Henri Galley, architecte, à Genève.

*Ceux de Genève.* — MM. Wartmann et Valette, constructeurs à Brugg ; Georges Autran, ingénieur, à Genève ; L. et F. Fulpius, architectes, à Genève.

*Hêtre.* — Ateliers de construction de Döttingen. Conrad Zschokke, ingénieur, à Arau.

*Über die Arve.* — Société anonyme des Usines Heinrich Bosshard et Cie, à Næfels ; Grussy & Cie, ingénieurs, à Zurich, et M. Heinrich Jäggli, architecte, à Zurich.



1<sup>er</sup> Prix : Projet **H dans un cercle**. — Société anonyme des ateliers de construction Th. Bell & Cie, à Kriens ; MM. Gribi, Hasler & Cie, à Berthoud ; Henri Galley, architecte, à Genève.

truction une flèche de montage égale à l'infexion produite par la charge permanente. Cette précaution n'est pas sans importance afin d'éviter la plongée, toujours désagréable à l'œil, que présentent inévitablement les constructions où elle n'a pas été prévue. Le devis indique pour le coût de la construction une somme de 455 720 fr.

Le jury n'a pas hésité à classer en premier rang ce projet, dont l'étude est très sérieusement faite, et dont la construction pourrait être exécutée sans grande modification.

#### Coût comparatif.

Les différents devis étant basés sur des prix unitaires fort différents, leur comparaison perd de sa valeur.

Afin de se rendre compte du coût approximatif des divers projets primés, le jury, se basant sur les mètres fournis par les auteurs de ces projets, leur a appliqué les prix unitaires suivants :

Fr. 380 le prix de la tonne de métal rendue posée ;  
Fr. 100 celui du m<sup>3</sup> de fondation pneumatique ;  
Fr. 150 le prix du mètre cube de pierre de taille et  
Fr. 25 celui du m<sup>3</sup> de maçonnerie ordinaire.

Enfin le jury a admis pour tous les projets une somme de Fr. 50 000 pour la chaussée, les trottoirs et le garde-corps.

Ce faisant il est arrivé aux résultats suivants :

Le programme du concours prévoyait la présentation d'un projet du Département des Travaux publics.

Après l'ouverture des plis cachetés, par M. Charbonnet, conseiller d'Etat, M. l'ingénieur cantonal Charbonnier a déclaré que l'avant-projet qu'il a établi avant la mise au concours se rapprochait comme disposition d'ensemble et comme système d'autres projets présentés par les concurrents, il n'y avait pas lieu de soumettre cet avant-projet à l'appréciation du jury.

Ce dernier en a toutefois pris connaissance et il a reconnu que le type prévu était du système cantilever avec articulations dans la travée centrale, la silhouette générale et les ouvertures se rapprochant sensiblement de celles du projet de MM. Bell & Cie, avec cette différence que la hauteur des poutres est un peu plus grande sur les piles (les appuis et une faible partie des retombées étant noyées pendant les très fortes crues) et que les travées de rive sont arquées vers les piles.

Les poutres de bord, à treillis simple en N restent entièrement apparentes sur les piles. Les articulations sur les piles et aux extrémités de la travée indépendante sont nettement accusées par des motifs de décoration en fonte.

Ces dispositions donnent à l'ensemble une apparence d'unité et en même temps une grande légèreté.

Il conviendra d'examiner si, dans le projet d'exécution, que le Jury conseille d'établir en poutres continues, la silhouette générale de cet avant-projet ne pourra pas être maintenue.

Considérant notre mission terminée, nous vous présentons, Monsieur le Conseiller, l'assurance de notre haute considération.

Genève, le 15 janvier 1904.

(Signé) F. SCHULE. — H. JUVET, arch. — A. DOMMER, rapporteur, Professeur à l'Université de Lausanne.

#### Monument Philibert Berthelier<sup>1</sup>.

Nous reproduisons ci-contre les quatre projets que le jury du concours a distingués.

Pour la seconde épreuve, les auteurs des projets primés sont chargés d'exécuter un modèle au tiers de la grandeur réelle, dans le délai de six mois. L'artiste dont le modèle aura réuni dans cette seconde épreuve les suffrages du jury, sera chargé de l'exécution définitive.

Le monument, dont le coût est fixé à 30 000 fr., sera érigé devant la Tour de l'Île, appliquée contre la façade ou en pan coupé sur l'angle de cette tour.

<sup>1</sup> Voir N° du 25 janvier 1904, page 104.

#### Chemins de fer.

MM. Vogt, ingénieur, à Laufon, et von Tobel, ingénieur, à Winterthour, ont présenté au Conseil fédéral une demande de concession pour la construction et l'exploitation d'une ligne de chemin de fer électrique à voie étroite de **Meiringen** (Oberland bernois) à **Gletsch** (vallée supérieure du Rhône) par le Grimsel. La ligne serait à plateforme indépendante ; sa pente maximum ne dépasserait pas 60 % et la traction se ferait avec simple adhérence.

Le coût de construction est évalué à six millions de francs.

La Commission permanente des Chemins de fer fédéraux s'est occupée de la transformation de la **ligne de la rive gauche du lac de Zurich** dans le territoire de la ville. Elle a décidé de recommander au Conseil d'administration des Chemins de fer fédéraux d'admettre qu'une ligne établie au-dessus du sol et sur le tracé actuel suffirait pour satisfaire aux exigences techniques ainsi qu'à celles de l'exploitation, et qu'elle serait la plus avantageuse au point de vue financier.

La Commission permanente propose, en outre, au Conseil d'administration de décider qu'un autre projet ne pourrait être exécuté que si la ville de Zurich s'engageait à supporter une partie importante des frais supplémentaires, en plus du subside qu'elle devrait fournir dans tous les cas pour la suppression des passages à niveau. La Commission permanente a pris acte du fait que la Direction générale entamera dans ce sens des pourparlers avec les autorités de la ville de Zurich.

#### Wildstrubel et Lötschberg.

Au mois de juin 1903, le gouvernement du canton de Berne a soumis le projet de chemin de fer du Lötschberg, élaboré par MM. Hittmann et Greulich, à une commission d'expertise composée de MM. G. Colombo, professeur, à Milan, E. Pontzen, ingénieur civil, à Paris, et Garnier, administrateur en chef des Chemins de fer de l'Etat belge, à Bruxelles<sup>1</sup>.

La commission devait également étudier les autres projets proposés pour la traversée des Alpes bernoises, en particulier celui de percement du Wildstrubel<sup>2</sup>, présenté par M. l'ingé-

<sup>1</sup> Voir N° du 10 juillet 1903, page 186.

<sup>2</sup> Voir N° du 25 juin 1903, page 162. — *Wildstrubel et Lötschberg. Etude de la traversée des Alpes bernoises*, par M. E. de Stockalper.

nieur E. de Stockalper, et se prononcer sur la préférence à donner à l'une des lignes projetées.

La commission d'expertise vient de présenter son rapport au Comité du Lötschberg, qui le transmettra, après en avoir pris connaissance, au Conseil d'Etat du canton de Berne.

Le projet que les experts ont reconnu le plus avantageux, est celui de la ligne du Wildstrubel, étudié par M. Beyeler, ingénieur, à Berne, sur la base du projet élaboré précédemment par M. E. de Stockalper, ingénieur et ancien directeur de la Société Louis Favre & Cie, entrepreneurs du percement du Gothard.

La ligne projetée se divise en deux sections : la première, Berne-Zweisimmen, est constituée par les lignes déjà existantes de la Gurbethal et de Thoune à Zweisimmen, sur lesquelles quelques corrections seront cependant nécessaires ; la seconde section, Zweisimmen-Brigue, est entièrement à construire ; mais sa construction pourrait être seule entreprise pour commencer, tandis que les corrections à faire entre Berne et Zweisimmen seraient remises à plus tard, soit lorsque le trafic de la ligne fournira déjà un certain rendement.

La nouvelle ligne se détache à Kehrsatz de celle de la Gurbethal, afin d'éviter le contour par Thoune ; elle s'élève sur le flanc de la montagne jusqu'à Blumenstein (844 m.), en rampes qui ne dépassent pas 13 %, puis elle s'enfonce sous le massif du Stockhorn et passe par un tunnel de 6 1/4 km. dans la vallée de la Simme ; elle débouche dans celle-ci au-dessus du village de Weissenburg, à 904 m. d'altitude. Après un nouveau tunnel de 325 m., elle longe le versant Nord de la vallée jusqu'à Reidenbach-Boltingen (870 m.), puis gagne Zweisimmen (945 m.) en suivant à peu près le cours de la rivière.

Cette section comporte encore, en fait d'ouvrages d'art, un pont de 100 m. de longueur et quelques petits tunnels.

De Zweisimmen, la ligne suit le fond de la vallée, avec stations à St.-Stephan (1014 m.) et à La Lenk (1086 m.). Un tunnel, dont la tête nord se trouve à 3 3/4 km. plus loin, à 1100 m. d'altitude, passe à trois cents mètres à droite du sommet occidental du Wildstrubel (3251 m.), en suivant à peu près la direction de l'arête qui se dirige vers le Schneehorn, et débouche dans la vallée de Louèche à un peu plus de deux kilomètres d'Albinen, qui est la première station sur territoire valaisan (1039 m.) ; la longueur de ce tunnel est d'environ 12 km.

Entre les stations d'Albinen et de Hohtenn deux variantes sont proposées : La première prévoit un tracé plus court de 3/4 de km., mais qui nécessite trois petits tunnels et un grand viaduc métallique sur la Lonza ; la seconde évite un des tunnels et le viaduc.

De Hohtenn, la ligne descend avec une pente maximum de 13 %, traverse le Bietschbach sur un pont de 150 m., passe à la station de St-German (831 m.) et, après un pont sur le Balschiedergraben et un tunnel de 600 m., atteint la station d'Eggerberg (776 m.), la dernière avant Brigue (681 m.).

La longueur totale de la ligne de Berne à Brigue serait de 116 km. ; celle du tracé par Thoune et le Lötschberg n'est que de 115 km., mais les rampes de celui-ci atteignent 26 % et le rayon minimum des courbes 300 m., tandis que sur la ligne du Wildstrubel les rampes maxima sont de 13 % et le rayon minimum des courbes de 400 m.

Le coût total de la ligne est évalué à Fr. 74 500 000, dont Fr. 58 300 000 pour le tronçon Zweisimmen-Brigue, soit Fr. 4 000 000 de moins que pour le tracé par le Lötschberg.



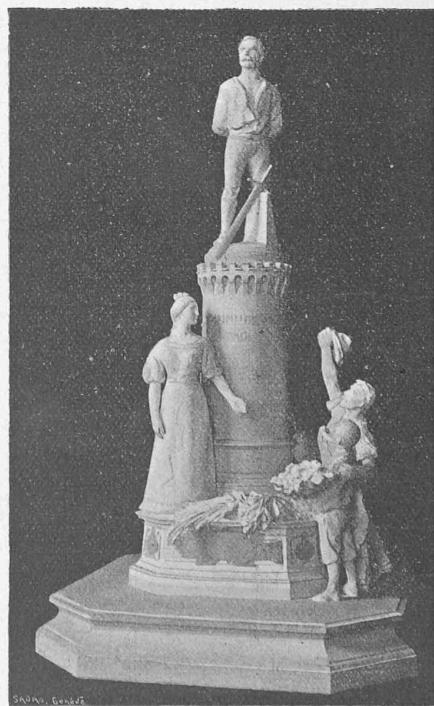
1<sup>er</sup> Prix : Projet « **Gariel** ». — M. Ampellio Regazzoni, statuaire, à Fribourg.



II<sup>me</sup> Prix : Projet « **La liberté ou la mort** ».  
M. James Vibert, sculpteur, à Genève.



III<sup>me</sup> Prix : Projet « **Cum modestia** ».  
M. Pierre Geoffroy, sculpteur, à Paris, et  
Antoine Leclerc, architecte, à Genève.



Mention honorable : Projet « **Gloria Victis** ».

CONCOURS POUR LE MONUMENT PHILIBERT BERTHELIER, A GENÈVE.

## BIBLIOGRAPHIE

### Emploi du four électrique en métallurgie.

Le *Génie civil*<sup>1</sup> résume une conférence faite par M. R. Pitaval, dans la séance du 5 novembre 1903 de la Société de l'Industrie minérale, et publiée in-extenso dans les *Comptes rendus* de la Société (janvier).

L'industrie électrométallurgique est maintenant entrée dans la pratique courante, et l'auteur signale les résultats obtenus dans la fabrication des aciers spéciaux, tant en France qu'en Suède, Italie, Suisse, Etats-Unis et Allemagne.

On paraît avoir abandonné l'idée primitive de la réduction directe des minerais de fer au four électrique, et l'on ne fait intervenir ce dernier que pour l'affinage d'un mélange de fonte et d'acier déjà fondu au four ordinaire, et n'exigeant plus alors que quelques centaines de kilowatts-heure par tonne, avec addition de fontes spéciales en vue de la production de tel ou tel produit.

M. Pitaval, faisant abstraction des procédés électriques, expose les applications du four électrique à divers métaux autres que le fer.

En ce qui concerne le cuivre, on traite au four électrique des minerais tenant de 5,1 à 7 % de cuivre, 23,7 % de silice, et l'on obtient des mattes à 47,9 %. Ainsi, on peut réduire avantageusement des minerais plus réfractaires et plus pauvres que d'habitude.

Le traitement des minerais de zinc sulfurés ou oxydés a été réalisé, et donne du zinc volatilisé ou fondu, mis intégralement en liberté, avec une scorie pratiquement dépouillée de zinc.

Les minerais de nickel donnent des mattes suffisamment enrichies, avec un rendement de 95 %. Le procédé pourrait être appliqué avantageusement en Nouvelle-Calédonie.

Les métaux rares, tels que le tungstène, le chrome, le manganèse, le molybdène, le titane, s'obtiennent exempts de carbone, et à un degré de pureté plus grand que par le procédé alumino-thermique.

Les progrès réalisés dans la fabrication des alliages ferro-chrome, ferro-silicium, ferro-tungstène, etc., se rapportent à la qualité et à la quantité.

Le ferro-silicium électrique a trouvé, en métallurgie, un emploi considérable. Sa production mondiale serait de 5000 à 6000 tonnes. Quand on l'obtenait au haut fourneau, il ne tenait que 10 à 15 % de silicium. On a pu le produire au four électrique avec des teneurs de 25 à 80 % de silicium. Mais ce sont celles de 30 à 50 % qui sont les plus demandées.

Les ferro-chromes électriques sont doux, à 3,2 et 1 % de carbone ; on en obtient à 0,2 % ; on emploie aussi beaucoup les ferro-chromes durs à 7 et 8 %.

On poursuit la fabrication des ferro-tungstènes et celle des nouveaux alliages, dont l'étude est seulement en cours, tels que les mangano-siliciums à 33 % de silicium, les électro-silico-spiegels à 20 et 25 % de silice, les ferro-phospho-manganèses et les ferro-chromes siliceux.

Enfin, on fabrique des fontes spéciales de nickel : nickelochrome, nickelotitane, nickelomolybdène, nickelobore, ferronickelochrome, ferro-silico-vanadium.

Les fours électriques actuels ont une puissance de 200 à 400 chevaux ; il y en a à l'étude de 1000 chevaux. Leur production a atteint plusieurs milliers de tonnes et a des débouchés commerciaux. L'électrométallurgie est devenue industrielle ; son succès provient des températures élevées, 2500 à 3000 degrés dont elle dispose.

<sup>1</sup> Voir *Génie Civil*, tome XLIV, page 243.

## SOCIÉTÉS

### Société vaudoise des Ingénieurs et des Architectes.

5<sup>e</sup> séance ordinaire le 6 février 1904,  
au café du Musée.

Présidence de M. F. Isoz, président.

39 membres sont présents.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

Les six candidats suivants sont présents :

M. H. Lavanchy, entrepreneur, à Vevey, par MM. O. Lavanchy, architecte, et Flesch, ingénieur.

M. Paul Chesseix, ingénieur, à Montreux, par MM. Boucher, ingénieur, et Chavannes-Clavel, ingénieur.

M. F. Sutter, ingénieur, à Wattwil, par MM. A. Palaz, ingénieur, et Wohnlich, ingénieur.

M. Charles Ossent, ingénieur, à Lausanne, par MM. P. Schenk, ingénieur, et E. Dufour, architecte.

M. Robert Piot, ingénieur, à Lausanne, par MM. Koller, ingénieur, et Octave Rochat, ingénieur.

M. C.-H. Perrin, ingénieur, par MM. A. Palaz, ingénieur, et E. Gaillard, ingénieur.

M. Koller, ingénieur, propose que l'on combine l'assemblée générale avec un souper, ce qui rencontre l'approbation générale.

Lecture est donnée d'une lettre de M. Epitaux, architecte, qui propose de nommer une commission pour examiner les adjonctions que la Commune à l'intention de faire au règlement de police des constructions.

M. Rouge, architecte, fait observer qu'il y a urgence, la commission du Conseil communal ayant arrêté son rapport dans sa séance du 5 courant.

On laisse au Comité le soin de nommer la dite commission, et la parole est donnée à M. A. Palaz, ingénieur, directeur de l'Ecole d'Ingénieurs.

Le sujet de sa conférence est la régularisation des eaux de Joux et l'utilisation des forces des lacs de Joux et de l'Orbe.

Le conférencier commence par nous renseigner sur l'hydrographie spéciale des lacs de La Vallée. Il nous parle des conditions de niveau au point de vue des habitants et de l'utilisation des lacs comme réservoir d'usine.

Il résume, avant de passer à l'étude de l'utilisation des forces, les calculs qui ont servi à déterminer leur valeur industrielle.

Nous sommes ensuite orientés sur la grande entreprise de l'utilisation même des forces. Je dis « orientés », car il est impossible d'aborder dans une seule soirée les détails d'une entreprise qui a mis à pareille contribution la science de l'ingénieur. Nous avons en effet des tunnels, conduites en pression et de régularisation ou décharge, usine hydro-électrique, pont sur l'Orbe, réseau électrique et tous ses accessoires.

Après cette conférence, qu'illustraient des projections lumineuses, une courte discussion eut lieu, tant pour demander au conférencier quelques compléments d'information que pour débattre la question économique de l'entreprise, parallèlement à celle de St-Maurice. MM. de Mollins, Barraud, Manuel et Perey y prennent part. Il ressort de cette discussion que le prix de l'électricité de l'une et de l'autre entreprise n'est pas très différent. Il y a lieu de ne pas oublier qu'à Lausanne l'obligation d'un réseau de distribution souterrain augmente beaucoup le prix d'établissement et par conséquent le prix de revient.

La Compagnie des forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe a été obligée de vendre de l'énergie électrique hors du canton pour compenser le territoire que lui prend la Compagnie fribourgeoise de Montbovon et Hauterive. Cependant elle a pris ses précautions pour que cette exportation, si utile à ses débuts, puisse prendre fin quand cette énergie électrique deviendra nécessaire dans le canton.

Le président remercie le conférencier ainsi que ceux des membres qui ont pris part à la discussion, puis lève la séance. Il est 10 h. 45.

Le Secrétaire.