

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 49 (1923)
Heft: 11

Artikel: Les travaux d'aménée dans la Grande Eau des eaux du lac d'Arnon
Autor: Schmidhauser, P.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-38224>

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: 05.05.2025

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

BULLETIN TECHNIQUE

DE LA SUISSE ROMANDE

Réd.: D^r H. DEMIERRE, ing.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE AGRÉÉ PAR LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Les travaux d'aménée dans la Grande Eau des eaux du lac d'Arnon*, par P. SCHMIDHAUSER, ingénieur, Directeur des travaux (suite). — *Concours pour l'étude de l'aménagement de la Place de l'Ours, à Lausanne* (suite et fin). — *A propos des barrages arqués*, par M. le D^r A. STUCKY, ingénieur, à Bâle. — *La limite d'élasticité des métaux*. — *Turbines Francis pour hautes chutes*. — *Un cas d'application des explosifs à base d'air liquide*. — **BIBLIOGRAPHIE.** — **INFORMATIONS :** *Ingénieurs diplômés de l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne et licence ès sciences de cette Université*. — **SOCIÉTÉS :** *Société suisse des Ingénieurs et des Architectes* (suite et fin). — *Rapport trimestriel du Service technique suisse de placement*. — **CARNET DES CONCOURS.** — *Service de placement*.

Les travaux d'aménée dans la Grande Eau des eaux du lac d'Arnon

par P. SCHMIDHAUSER, ingénieur, Directeur des travaux.

(Suite¹.)

Les grandes lignes du projet.

L'examen de la carte topographique (fig. 8) démontre que le détournement des eaux du lac dans le bassin de la Grande-Eau ne pouvait se faire que par le forage d'une longue galerie traversant la montagne.

Au point de vue uniquement topographique, les deux tracés a) et b) ci-après étaient en présence, offrant des sommes à peu près équivalentes d'avantages et d'inconvénients.

a) Forage d'une première galerie à tracé rectiligne partant de la rive droite du lac et aboutissant au fond des Joux sur le versant est du Col du Pillon. Longueur de cette galerie 3 1/2 km. Forage d'une deuxième galerie de 1 km. de longueur franchissant le Col du Pillon. Toutes deux sans fenêtres intermédiaires.

Le principal avantage réside dans le fait que la longueur de la grande galerie est réduite à son minimum et permettrait la plus rapide exécution des travaux. La situation déplorable du chantier de la tête sud, et les grandes difficultés que l'accès de ce chantier aurait présentées en hiver constituent son principal défaut.

b) Forage d'une galerie unique de 4,3 km. de longueur, à tracé rectiligne, partant de la rive droite du lac et aboutissant dans le *Creux de Pillon*. Ce tracé ne présentant aucune possibilité d'en accélérer le forage au moyen de fenêtres d'attaque devait exiger une campagne de travaux sensiblement plus longue que le tracé a). La situation du chantier de la tête sud et les difficultés d'y accéder en hiver, bien qu'un peu moins défavorables que dans le cas précédent, donnaient cependant lieu à de sérieuses appréhensions.

Mais ces tracés présentaient tous deux au même degré de gros aléas inhérents à la nature des formations géologiques à traverser.

Dans les deux cas, le grand tunnel devait traverser les

importantes couches de gypse qui affleurent d'une part et de l'autre du Col du Pillon. Selon rapport géologique de 1912 de M. M. Lugeon, le tunnel devait franchir deux zones de gypse, anhydrite et cornieule, sur des longueurs supputées à 550 et 600 mètres, ces deux zones étant séparées par des schistes liasiques qui auraient été traversés sur une longueur de 250 mètres environ. Le reste de ces deux tracés traversant le Flysch du Niesen jusque dans le voisinage immédiat du lac. On n'aurait pu éviter la construction d'importants revêtements sur une grande partie de ces trois premières zones, représentant ensemble une longueur d'environ 1400 mètres, et l'exécution des travaux aurait nécessité de très coûteux boisages. En outre, il était à prévoir que, hormis les venues d'eau inévitables, mais acceptables bien que gênantes, le tunnel rencontrerait deux grandes veines aquifères. Les bandes de cornieule amèneraient, de leur côté, des eaux séléniteuses. Or chacun connaît l'action pernicieuse du gypse ou de l'eau gypseuse sur les mortiers, et, ce qui est plus grave parce que l'on n'y connaît aucun remède, les pressions énormes qu'exerce l'anhydrite en se transformant en gypse.

Ces considérations conduisirent à l'étude d'un troisième tracé :

c) Un seul tunnel de 4 1/2 km. de longueur, partant de la rive gauche du lac et débouchant à Ayerne d'En-Bas, au bord du « Torrent », à exécuter sans possibilité de secours par aucune fenêtre d'attaque.

Plus long que les précédents, ce tracé présentait sur eux les avantages suivants :

1^o Situation infiniment meilleure du chantier de la tête aval du tunnel et des logements du personnel au point de vue des rigueurs de l'hiver ;

2^o Accès beaucoup plus facile au chantier ;

3^o Absence quasi certaine de gypse, d'anhydrite, de cornieule et de schistes liasiques sur toute la longueur du tunnel, par conséquent grande économie sur les revêtements et sur les boisages en cours d'exécution des travaux ;

4^o Plus grande chance de succès dans la mise sous pression du tunnel, ce qui, comme nous le verrons plus loin, revêt une grande importance ;

5^o Grande facilité de déverser les eaux du lac dans la Grande-Eau par son affluent « le Torrent », pendant la

¹ Voir *Bulletin technique* du 28 avril 1923, page 102.

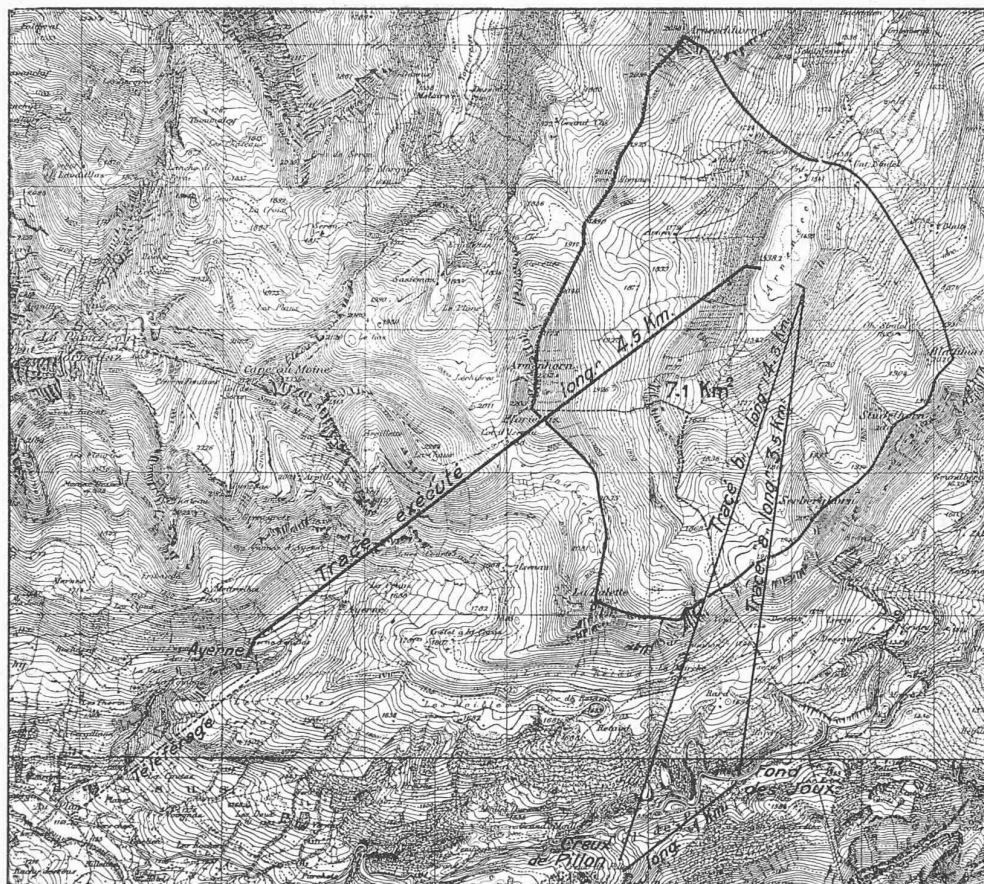


Fig. 8. — Le lac d'Arnon et son bassin d'alimentation. — Echelle 1 : 50 000.
Reproduction autorisée par le Service topographique fédéral (7. IV. 1923.)

période de non utilisation de la chute représentée par la différence d'altitude entre le tunnel et le fond de la vallée ;

6° Possibilité d'une exécution beaucoup moins coûteuse des travaux pour l'utilisation subséquente de la dite chute. Il présente par contre l'inconvénient d'une inclinaison moins favorable des bancs rocheux.

Le rapport géologique de M. le professeur M. Lugeon mentionne entre autres : « que, exception faite des abords immédiats du lac, où existent des éboulis, et de l'entrée aval où existe un revêtement morainique, *tout le tunnel sera sans exception dans une seule et unique formation géologique dite du Flysch du Niesen*. Les roches rencontrées seront constituées par :

- » a) Des schistes ardoisiers plus ou moins argileux ;
- » b) Des grès durs ;
- » c) Des conglomérats à cailloux anguleux (Brèche) également durs.

» Ces trois seules roches alternent les unes avec les autres sans que l'on puisse avec précision déterminer la prédominance de l'une d'entre elles. »

En ce qui concerne les venues d'eau dans le tunnel, ce rapport prévoit pour la plus grande partie du tracé une faible circulation souterraine et des venues d'eau plus importantes, sans toutefois présenter un caractère anormal, au droit du Col des Andérets et de l'Arnenhorn. Vu ses avantages considérables, ce dernier tracé fut adopté.

Nous avons le plaisir de signaler ici que les prévisions géologiques ont été confirmées par les faits sur toute la ligne.

Choix du niveau et de l'emplacement de la prise sous-lacustre.

Le « volume d'eau annuel utilisable » étant, comme nous l'avons vu précédemment, de 7 100 000 m³, la prise d'eau paraîtrait devoir être établie à la cote 1504,50, c'est-à-dire à une profondeur de 28 m. 50 sous le niveau moyen du lac.

Les difficultés peut-être insurmontables qu'aurait présentées son établissement à ce niveau, les dangers d'écroulement des berges devant croître rapidement à mesure que l'on abaisserait le lac sur une plus grande profondeur, la nécessité de maintenir au-dessous de la prise une cuvette d'une certaine capacité destinée à recueillir :

1° les masses qui ne manqueraient pas de s'écrouler lors de la première vidange et qui s'écrouleront encore lors des vidanges subséquentes ; 2° les matériaux entraînés, lors de la fonte des neiges, par l'érosion du principal affluent dont les eaux fortement grossières s'écouleront, à lac vide, sur son ancien cône d'alluvions, et l'impossibilité de faire déboucher le tunnel dans le vallon d'Ayerne à l'altitude correspondant à la cote sus-indiquée, ont dicté l'établissement de la prise sous-lacustre à la cote 1508,0, c'est-à-dire à 25 mètres plus bas que le niveau moyen du lac.

De ce fait, la capacité utile du lac sera de 6 ½ millions de m³. Le volume d'eau fourni par le bassin versant étant de 7,1 millions de m³, le lac peut l'accumuler entièrement, le solde de 600 000 m³ étant à peu près l'apport d'hiver. Il répond donc particulièrement bien à son rôle de régulateur pour l'hiver exclusivement.

Le rocher n'affleurant en aucun point de la cuvette lacustre, fait fort regrettable comme le prouvera la suite de cet exposé, et l'épaisseur de la couche d'éboulis formant les rives longitudinales ne paraissant pas varier dans des proportions intéressantes entre les nombreuses positions qui peuvent être envisagées comme emplacement de la prise d'eau, ce dernier fut choisi sur la rive gauche du lac à 350 mètres environ de son extrémité sud. En ce point, suffisamment éloigné de l'embouchure du

Les travaux de triangulation pour la détermination des directions que la galerie devra suivre, et le nivellement pour le rattachement des repères d'altitude des deux têtes du tunnel furent confiés à M. Charles Blanc, géomètre à Lutry, qui les exécuta avec la haute précision qui lui est coutumière.

Les conditions suivantes, que l'ouvrage doit remplir, présidèrent au choix des dimensions des diverses parties de celui-ci :

1^o Débit maximum de service 2 m³ par seconde en vue de l'éventualité d'une marche temporaire à pleine charge de la future usine utilisant la chute Ayerne-Grande-Eau ;

2° Débit jusqu'à 1600 litres/sec. comme service normal de régularisation de la Grande-Eau, tant que le niveau du lac ne sera pas abaissé au delà de la cote 1512, c'est-à-dire jusqu'à utilisation d'environ 6 millions de m³, le débit pouvant diminuer depuis là jusqu'à épuisement complet de la réserve ;

³⁰ En cas de rupture de la vanne de réglage à la tête aval du tunnel, à lac plein et toutes les vannes de la prise d'eau étant ouvertes, le débit maximum maximorum devra autant que possible ne pas excéder le maximum de ce que le « Torrent » peut porter sans provoquer de dommages aux propriétés traversées, soit 4 m³ par seconde ;

4° Le profil du tunnel sera réduit au minimum compatible avec une rapide exécution des travaux ;

5° On n'exécutera des revêtements en béton dans le grand tunnel que là où la qualité de la roche traversée les exigera en tant qu'ouvrages de consolidation ;

6° Aucun ouvrage d'étanchement ne sera exécuté, sur tout le parcours du grand tunnel, avant le premier essai de mise sous pression, sauf les cas éventuels de failles qui devront être aveuglées. Le premier essai de mise sous pression du grand tunnel déterminera si, sans que leur coût soit hors de proportion avec l'avantage résultant de la mise sous pression, il y a lieu d'exécuter des travaux de ce genre.

Rôle du grand tunnel. La détermination du rôle que le grand tunnel sera appelé à jouer dans le fonctionnement de l'ensemble de l'ouvrage était subordonnée à la réponse que donnerait le premier essai de remplissage à la question de son étanchéité. Nous étions en présence du dilemme suivant :

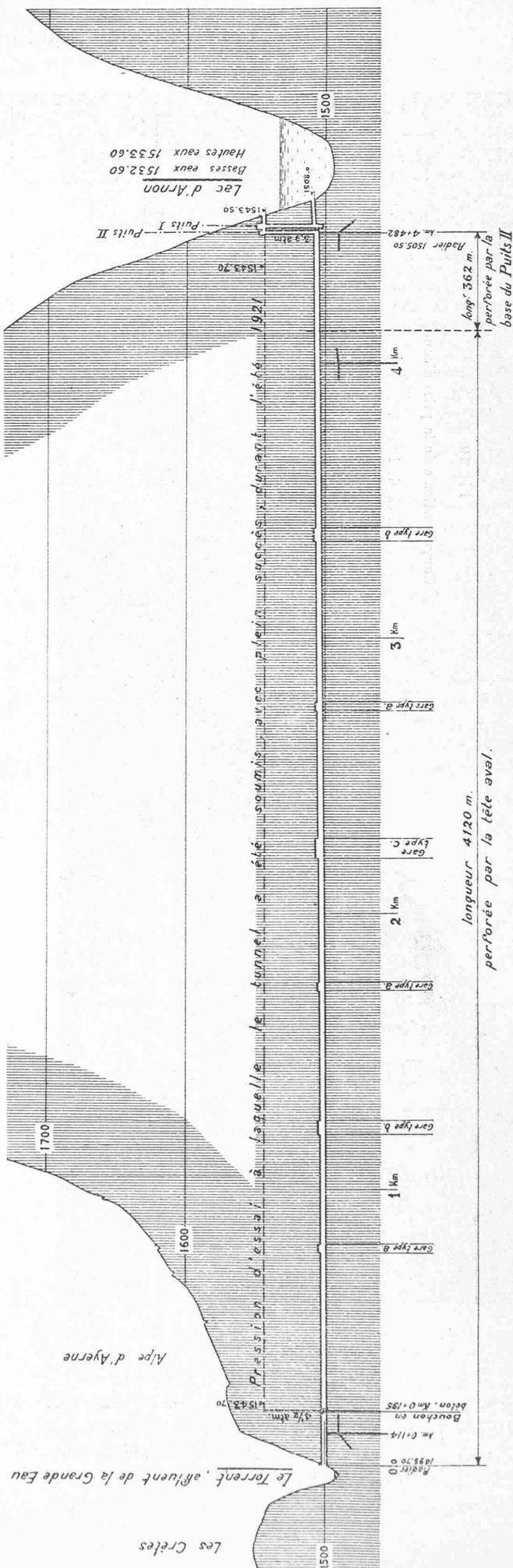
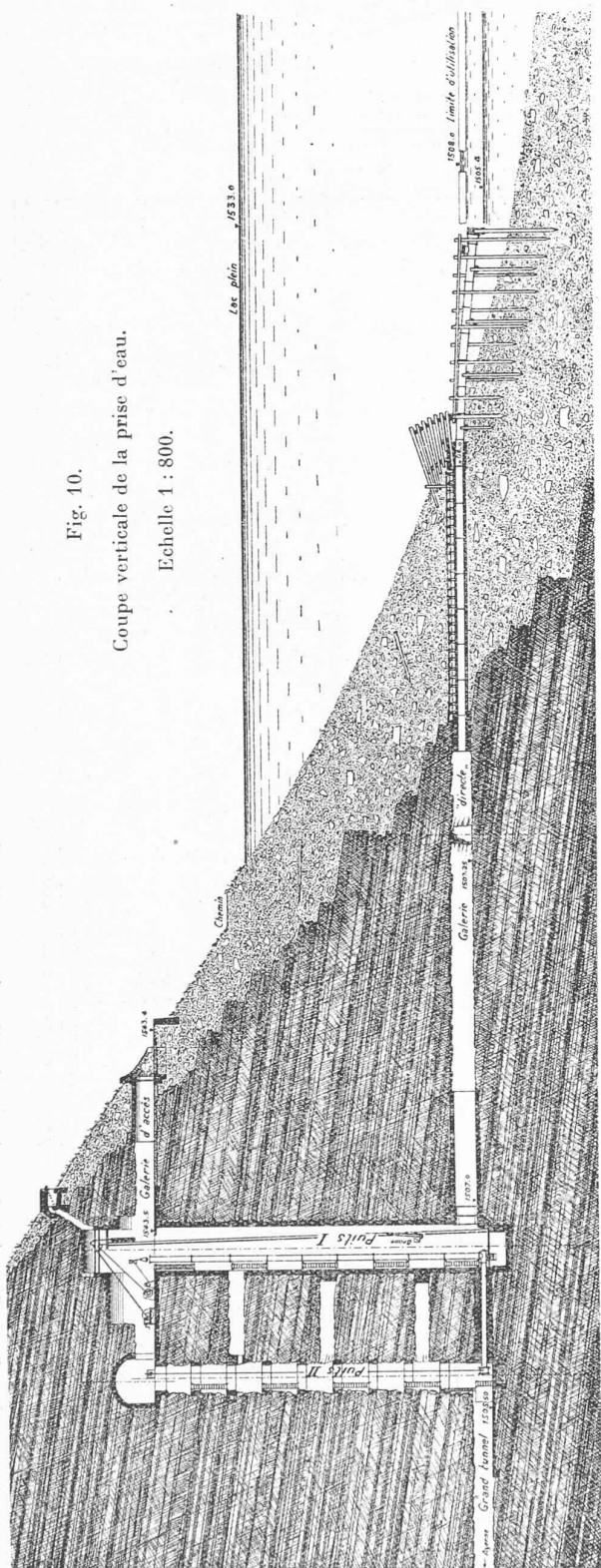


Fig. 9. — Tunnel du lac d'Arnon. Profil en long. — Echelles: longueurs 1:20 000; hauteurs 1:4 000.

Fig. 10.

Coupe verticale de la prise d'eau.

Echelle 1 : 800.



a) Ou bien nous pourrions faire supporter au tunnel, sans frais ou à peu de frais, et sans pertes d'eau, toute la pression du lac, auquel cas la prise d'eau n'exigera que des organes d'obturation permettant la vidange, à lac plein, de l'une ou de l'autre partie principale de l'ouvrage, et le réglage du débit se fera à la tête aval du tunnel ;

b) Ou bien la mise sous pression du tunnel accusera des pertes d'eau inadmissibles dont la suppression nécessiterait des travaux d'un coût trop élevé en regard du gain d'environ 14 m. de pression brute moyenne due au lac ; dans ce cas le tunnel fonctionnerait dans sa partie amont comme simple canal à écoulement libre, et dans sa partie aval sous la légère pression limitée par la dénivellation entre ses deux extrémités. Cette alternative exigerait l'installation à la prise d'eau, en plus des organes d'obturation prévus ci-dessus, et en plus des organes de réglage indispensables à la tête aval du tunnel, des organes pour le réglage du débit à admettre du lac dans le grand tunnel.

Conduit de prise d'eau au lac. Là aussi, l'établissement du projet se heurtait à une inconnue : la nature et le degré de perméabilité du terrain à traverser. Nous avons à envisager les deux alternatives suivantes :

a) Possibilité ou nécessité, de par la nature du terrain ainsi que de par le temps dont nous disposerons entre la date du percement au lac et l'époque des fortes crues provoquées par la fonte des neiges, de maintenir la galerie de prise ouverte à pleine section jusqu'au lac par l'exécution d'un revêtement en béton armé ;

b) Impossibilité de maintenir la galerie de prise ouverte jusqu'au lac, et nécessité de la bloquer après y avoir posé une conduite métallique poussée au large et munie d'une crépine à son extrémité amont.

Les plans furent établis pour satisfaire aux conditions 1 à 5 ci-dessus énumérées, et en admettant pour les diverses parties de l'ouvrage les hypothèses suivantes :

Pour le grand tunnel, ainsi que pour le bouchon et pour les organes d'obturation le fermant près de sa tête aval, il fut admis que le tunnel sera soumis à la pression totale du lac.

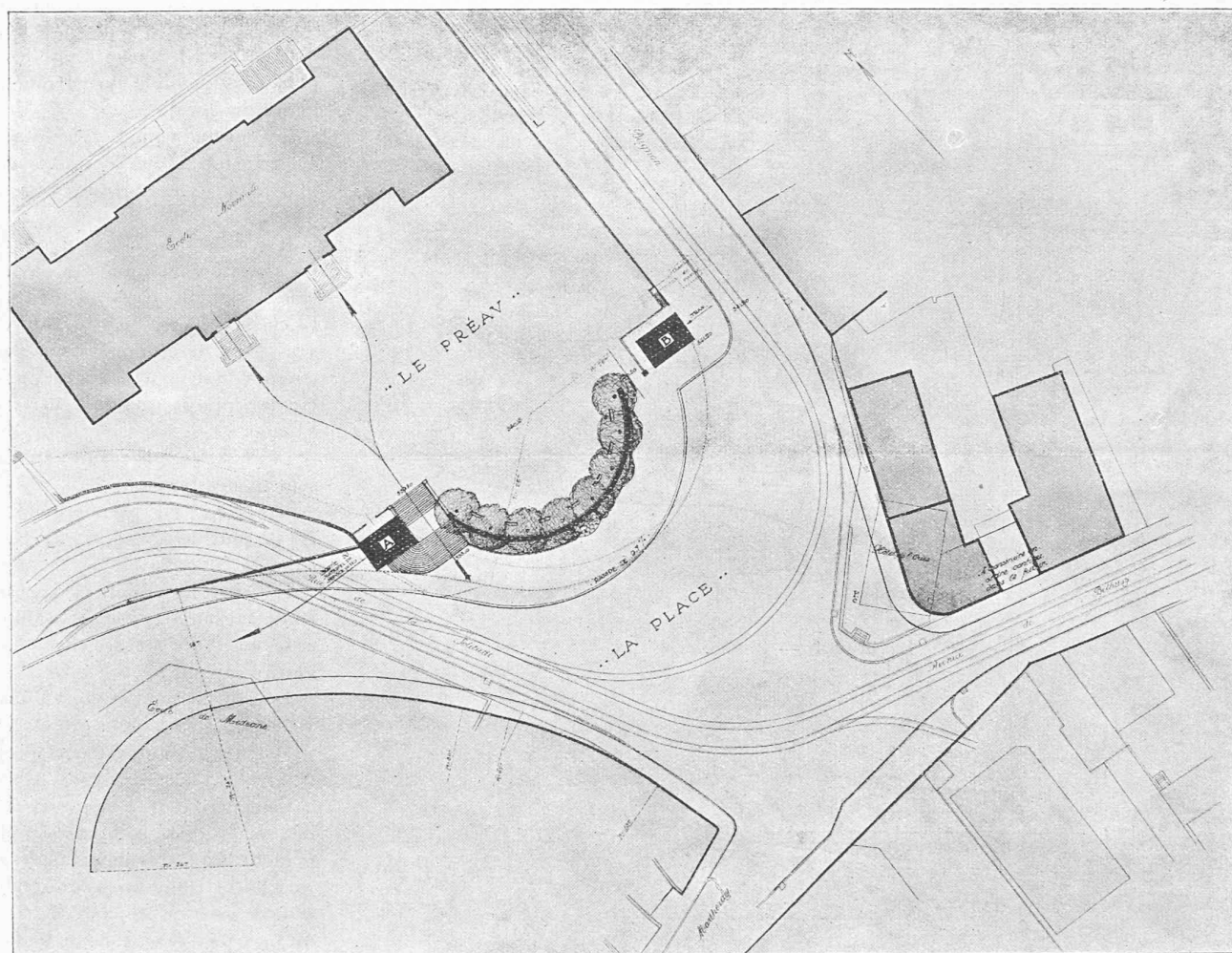
Pour l'appareillage de la prise d'eau, il fut admis que le grand tunnel ne pourra être mis sous pression et que, de ce fait, des organes de réglage du volume d'eau à déverser dans celui-ci étaient nécessaires. Il fut en outre admis que la prise d'eau s'effectuerait par une galerie avec revêtement de béton armé débouchant au lac à gueule bée et que, de ce fait, une grille mobile (grille corbeille) à grosses mailles devait compléter ledit appareillage.

Ainsi l'ouvrage entier était conçu de façon à être complet quel que soit le mode de fonctionnement que l'achèvement de l'œuvre fera adopter. Et, afin qu'il n'y ait pas, en définitive, d'organes surabondants, les organes de réglage furent conçus de telle sorte qu'ils remplissent également le rôle de simples obturateurs et la grille-corbeille de façon à pouvoir aisément être remplacée par une plate-forme de monte-charge.

Les fig. 9 et 10 donnent les grandes lignes de l'ouvrage dans son ensemble, dont les deux parties essentielles sont : la « prise d'eau » et le « grand tunnel ».

Disons d'emblée, et sous réserve d'y revenir plus loin, que l'essai de mise sous pression du grand tunnel a donné

CONCOURS POUR L'AMÉNAGEMENT DE LA PLACE DE L'OURS, A LAUSANNE



Plan de situation. — 1 : 1000.

des résultats inespérés qui permettent de le maintenir en communication directe constante avec le lac, aucune des vannes de la prise d'eau n'ayant plus à intervenir qu'en cas de mise à sec en vue d'inspections ou de travaux éventuels.

(A suivre.)

Concours pour l'étude de l'aménagement de la Place de l'Ours, à Lausanne.

(Suite et fin)¹

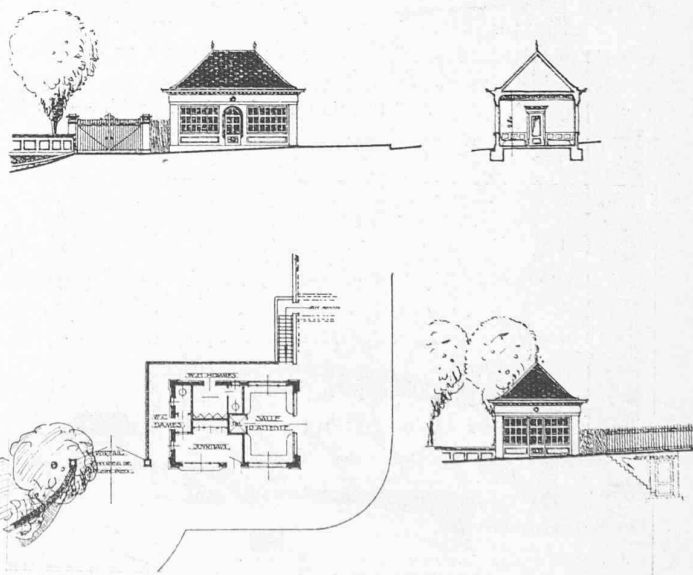
N° 6. — « La Place ». Bien que le retrait sur l'alignement soit trop fort et que les deux pavillons symétriques ne soient pas indispensables, ce projet a pour principales qualités une très bonne situation du pavillon contenant la salle d'attente, le kiosque à journaux et les W.-C., la distribution même de ce pavillon est judicieuse.

L'escalier d'accès à l'Ecole normale n'est pas admissible à cet endroit.

* * *

Après cet examen, le jury constate qu'aucun des projets ne répond exactement aux exigences du programme et ne peut être exécuté sans modification.

¹ Voir Bulletin technique du 12 mai 1923, page 120.



Pavillon B. — 1 : 400.

2^{me} prix *ex aequo*, projet n° 6, « La Place »,
de M. G. Mercier, architecte.