

Reconstruction du viaduc de la Paudèze

Autor(en): **Jambé, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **51 (1925)**

Heft 18

PDF erstellt am: **18.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-39532>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

BULLETIN TECHNIQUE

DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : D^r H. DEMIERRE, ing.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN
ORGANE DE L'ASSOCIATION SUISSE D'HYGIÈNE ET DE TECHNIQUE URBAINES
ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Commission centrale pour la navigation du Rhin : Patentes de bateliers du Rhin.* — *Reconstruction du viaduc de la Paudèze*, par C. JAMBÉ, ingénieur. — *Exportation d'énergie.* (Planche hors texte N° 4.) — *Compte rendu de la première conférence internationale de l'énergie, à Londres*, par le D^r Ed. TISSOT (suite). — *Concours pour l'étude d'un projet du nouveau bâtiment aux voyageurs à Genève-Cornavin* (suite et fin). — SOCIÉTÉS : *Société suisse des Ingénieurs et des Architectes.* — *Service de placement.*

Commission centrale pour la navigation du Rhin.

Patentes de bateliers du Rhin.

Le 8 juin dernier, le Secrétaire général de la Commission centrale pour la navigation du Rhin a clos le dépôt des ratifications des Puissances représentées à la Commission centrale, sur le Protocole numéro 43, du 14 décembre 1922, et le Protocole additionnel, numéro 22, du 22 décembre 1923, relatifs au nouveau régime des patentes de bateliers du Rhin. (Textes publiés par le *Bulletin technique de la Suisse romande*, numéro 11, du 24 mai 1924.)

Conformément à l'article 7 du Protocole de 1922, ce nouveau régime est donc entré en vigueur le 8 juillet 1925. Rappelons qu'il se trouve défini, outre les dispositions fondamentales contenues dans les deux Protocoles ci-dessus visés, par les prescriptions réglementaires relatives aux conditions de délivrance des patentes, adoptées par la Commission dans son Protocole numéro 44 du 14 décembre 1922 (*Ibid.*).

Reconstruction du viaduc de la Paudèze

par C. JAMBÉ, ingénieur.

Avant la mise en circulation des lourdes locomotives électriques des Chemins de fer fédéraux, le viaduc métallique de la Paudèze, situé au km. 3.293—3.473 de la ligne Lausanne-Simplon devait être renforcé ou remplacé. C'est

à cette dernière solution que l'Administration des Chemins de fer fédéraux se rallia pour des raisons que nous développerons plus loin.

Il peut être intéressant, avant de passer à l'étude du nouveau pont, de connaître les principales caractéristiques de celui qui vient de disparaître, tirées de la notice de M. Jean Meyer, ingénieur en chef, sur « Les chemins de fer de la Suisse occidentale ». Lausanne, Georges Bridel, éditeur, 1878.

L'ancien pont.

L'ancien pont (fig. 1), exécuté d'avril 1858 à novembre 1859 sous la direction de M. Michel, ingénieur des Ponts et Chaussées, sous-directeur des travaux, avait été étudié par M. Jules Gaudard, ingénieur, ancien professeur à la Faculté technique de l'Académie de Lausanne. MM. Mongeot et Lochmann, ingénieurs, dirigèrent les travaux sur place ; MM. Paul et Arnaud furent chargés de l'exécution des maçonneries et la construction du tablier métallique fut confiée à MM. Bonzon et Fils, avec M. Gustave Bridel comme ingénieur.

La longueur de l'ouvrage, entre culées, était de 165 m. 90 avec quatre travées, dont deux extrêmes de 34 m. 95 et deux médianes de 45 m. 30. Le tablier était constitué par deux poutres droites continues en tôle à parois pleines de 3 m. 50 de hauteur.

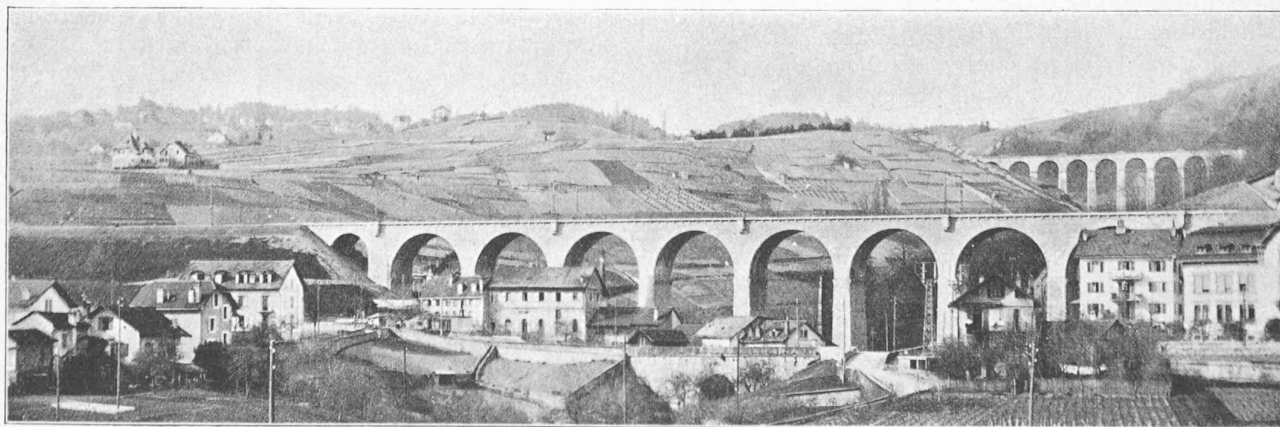


Fig. 2. — Vue générale du nouveau pont.

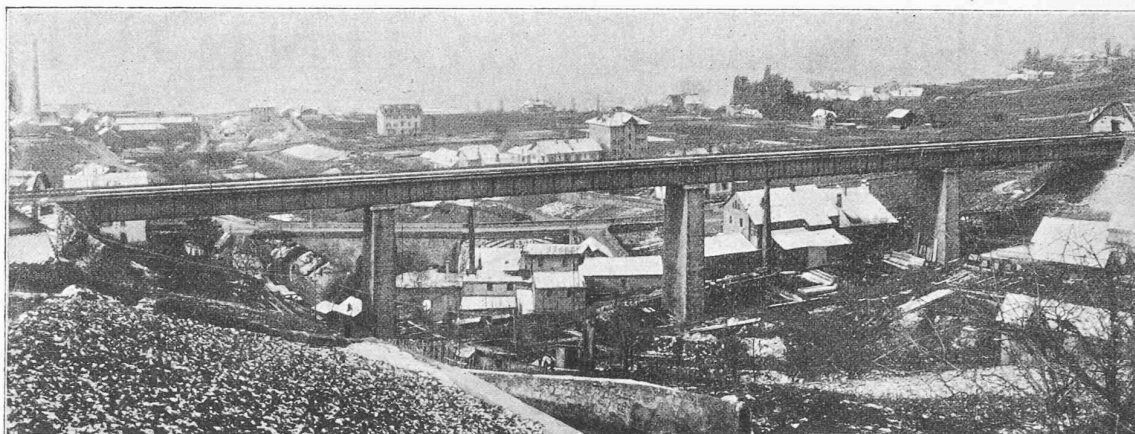


Fig. 1. — L'ancien pont métallique.

L'on trouvera ci-dessous les autres données essentielles de ce pont :

Longueur totale des poutres en fer, 171 m. 80.
 Hauteur du rail au-dessus de l'étiage, 30 m.
 Cube total des maçonneries en moellons de Saint-Triphon, béton et pierre de taille, 4466 m³.
 Coût des maçonneries, 107 797 francs.
 Poids du tablier métallique pour deux voies, 570 330 kilos.
 Poids du tablier par mètre courant, 3113 kg.
 Coût de la construction métallique pour deux voies, 449 890 francs.
 Coût par mètre courant, 2618 francs.
 Poids total des fers, tôles, fontes, garde-corps, plomb pour scellement, etc., 600 564 kg.
 Coût total de l'ouvrage, 557 687 francs.
 Surface latérale totale, 3800 m².
 Surface latérale des pleins, 930 m².
 Surface latérale des vides, 2870 m².
 Rapport des pleins aux vides, 1 : 3,08.
 Coût par mètre carré de surface totale, 146 fr. 80.

Le nouveau viaduc.

Choix du projet. — Le tablier métallique du viaduc de la Paudèze, dont nous venons de donner les caractéristiques essentielles, était d'âge et de type qui dataient; il ne pouvait pratiquement pas être renforcé.

Il fallait donc envisager son remplacement soit par une nouvelle construction métallique s'appuyant sur les piles et culées existantes, soit par un viaduc en maçonnerie, cette dernière construction étant autorisée par la grande hauteur disponible.

Afin de pouvoir décider en toute connaissance de cause, les Chemins de fer fédéraux mirent les deux solutions au concours et obtinrent les résultats suivants :

Coût général de la construction métallique, y compris les travaux de transformations aux maçonneries des piles et culées	Fr. 1 300 000
Amortissements	» 433 000
Total général	<u>Fr. 1 733 000</u>

Coût d'un viaduc en maçonnerie	Fr. 1 516 000
Amortissements	» 490 000
Total général	<u>Fr. 2 006 000</u>

La différence en faveur de la construction métallique était donc de 273 000 francs environ, mais elle devait être diminuée des frais capitalisés d'entretien et de révision périodiques et toujours onéreux d'un ouvrage en fer; ce capital d'entretien et de révision est généralement estimé au 10 à 15% du coût de la construction métallique.

Pour la comparaison des deux projets en présence, il fallait en outre tenir compte du fait qu'avec un nouveau tablier en fer plus lourd et les surcharges imposées, le sol de fondation des piles anciennes eût été appelé à travailler à 10 kg/cm², taux inadmissible pour un terrain de nature marneuse.

Une reprise en sous-œuvre des fondations des piles pour en augmenter l'empattement et ramener ainsi le travail à un taux convenable eût compensé et au delà sans doute, l'écart de coût entre les deux solutions mises en parallèle.

Ces considérations, auxquelles vinrent s'ajouter d'autres encore, d'ordre esthétique, ainsi que le désir très légitime de donner de l'occupation à la main-d'œuvre et aux carrières de la région rudement atteintes par les conséquences de la guerre, firent pencher la balance en faveur du projet de reconstruction en maçonnerie du Viaduc de la Paudèze.

Ce principe admis, il venait naturellement à l'esprit de chercher à conserver les trois piles anciennes. Cette solution séduisante de prime abord présentait pourtant de graves inconvénients, elle obligeait pour la bonne répartition des ouvertures, à prévoir une pile en rivière, dans le lit de la Paudèze, dont il eût fallu dévier le cours, et à déplacer le chemin public de la rive droite, opérations toutes deux coûteuses. Le projet fut cependant soumis à l'approbation de l'Etat de Vaud mais il souleva de vives oppositions de la part des intéressés.

Il offrait de plus le défaut d'accentuer la pression des piles anciennes sur le sol de fondation, inconvénient que

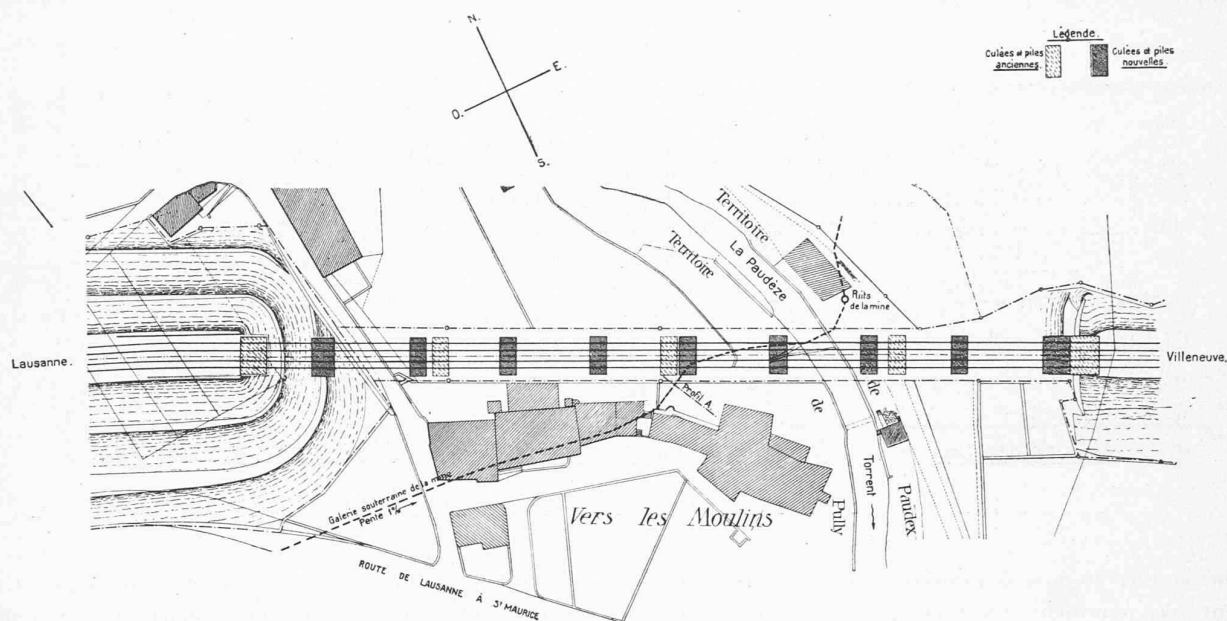


Fig. 3. — Plan de situation. — Echelle 1 : 1500.

nous avons signalé déjà et auquel il ne pouvait être remédié que par des reprises en sous-œuvre délicates et dispendieuses. En outre, l'on risquait encore d'avoir à constater des tassements sensiblement inégaux entre les piles anciennes et les nouvelles.

Le projet finalement adopté et exécuté fut approuvé le 9 février 1922 par le Conseil d'Administration des C. F. F. et le 7 mars de la même année par le Département fédéral des Chemins de fer.

Il fait complète abstraction des piles anciennes et, par une judicieuse répartition des ouvertures a permis d'éviter toutes constructions nouvelles en rivière et sur la déviation publique qui n'eurent pas à être modifiées.

L'économie qui en est résultée a compensé à peu de chose près les frais d'exécution des nouvelles piles qui purent en outre être établies sur des bases telles que la pression sur le sol ne dépassât pas $5,2 \text{ kg/cm}^2$.

Construites dans le même temps, elles donnèrent de plus des tassements sensiblement égaux.

Description et base des calculs. — Le nouveau pont, (fig 2, 3, 4 et 5) a été étudié par le Bureau des Ponts de la Direction générale à Berne. Les principales caractéristiques en sont les suivantes :

- Pont pour double voie.
- Longueur totale, 179 m. 50.
- Huit arches en plein cintre de 16 m. d'ouverture.
- Une arche en plein cintre de 9 m. 50 d'ouverture, côté Lausanne.
- Epaisseur des grandes voûtes, à la clef, 0 m. 90.
- Epaisseur des grandes voûtes aux reins, 1 m. 40.
- Epaisseur de la petite voûte, à la clef, 0 m. 75.
- Epaisseur de la petite voûte aux reins, 1 m. 15.
- Largeur entre garde-corps, 8 m.
- Largeur entre les parements extérieurs des plinthes du couronnement, 8 m. 40.

Hauteur du rail au-dessus du lit du torrent, 31 m.

Pente générale de l'ouvrage, $12,22^\circ/00$.

Largeur des piles à la naissance, 2 m. 80.

Fruit des parements transversaux des piles, $1/40$.

Fruit des parements longitudinaux des piles, $1/100$.

Les dix pylônes de la ligne de contact électrique, sont scellés sur des consoles en béton armé, en encorbellement sur les parements de face.

Six chambres de mine, à raison de deux par pile, ont été aménagées à la base des trois piles les plus élevées.

L'écoulement des eaux entre les tympanes est assuré par des gargouilles en tuyaux de ciment, surmontées de chambres de visite.

Le pont a été calculé d'après les prescriptions les plus récentes pour supporter un train formé exclusivement de locomotives électriques pesant 132 tonnes chacune, ce qui donne 11 tonnes par mètre courant de voie.

Ces locomotives comptent 6 essieux, dont 4 de 25 tonnes et 2 de 16 tonnes chacun. L'on n'a pas tenu compte des efforts dus au freinage sur le pont, lesquels n'entraînent qu'une minime augmentation de la poussée horizontale au sommet des piles.

L'action du vent, sans importance spéciale pour cet ouvrage, a été négligée également.

L'on a par contre pris en considération une variation de température de $\pm 10^\circ \text{ C}$.

Les efforts maxima et minima donnés par le calcul sont :

A la clef des grandes voûtes, compression $22,6 \text{ kg/cm}^2$.

Aux reins, compression $24,4 \text{ kg/cm}^2$.

Piles sur les fondations, compression 17,2 à $2,5 \text{ kg/cm}^2$.

Pression sur le sol de fondation, compression 5,2 à $2,5 \text{ kg/cm}^2$.

Ces chiffres sont parfaitement admissibles.

Il avait été question, à un moment donné, dans l'idée

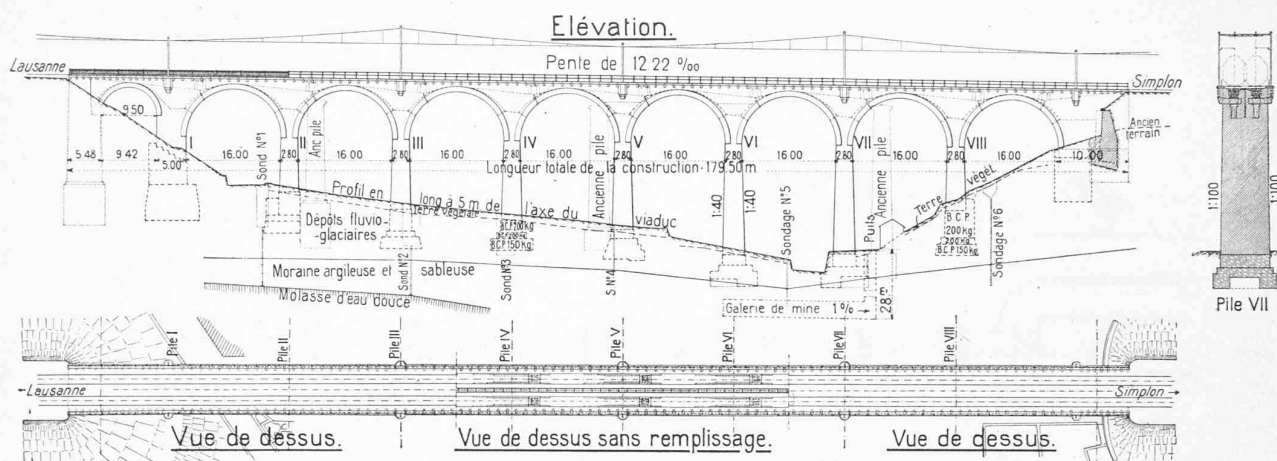


Fig. 4. — Plans, coupes et élévation du viaduc de la Paudèze.

de réaliser une économie, de construire le pont en béton de ciment avec parements vus sortis propres des coffrages sans revêtement d'aucune sorte. Le concours pour l'exécution du travail ayant démontré que ce genre de construction était plus coûteux qu'un ouvrage en pierre, cette idée fut fort heureusement abandonnée, le viaduc étant placé dans un site admirable et particulièrement exposé à la vue d'un public nombreux et éclairé.

Le pont, aux lignes harmonieuses, fut d'ailleurs traité très sobrement et sans ornementation superflue. Les parements vus sont en moellons têtus d'Arvel, posés par assises horizontales jusqu'aux naissances et parallèlement à la pente générale de 12,22 ‰ pour les tympans. Ce manque de parallélisme échappe d'ailleurs à l'œil non averti.

L'intrados des voûtes est à parements en moellons piqués de Saint-Triphon ; les bandeaux en granit du Tessin avec bossage de 4 cm. et ciselures de 2 cm. de largeur sur les arêtes des voussoirs ; les plinthes et corbeaux sont également en granit du Tessin, taillé à la marteline.

Les angles des piles et culées sont simplement marqués par une ciselure qui en souligne l'arête vive.

Les fondations sont en béton de ciment dosé à 150

et 200 kg. de ciment par mètre cube de sable et gravier lavés et mélangés dans la proportion de 0,4 m. de sable de Bretonnières (Gravière C. F. F.) et de 0,8 m. de gravier du Rhône provenant de Riddes (Valais).

Les maçonneries des piles et tympans sont de moellons bruts (Arvel et Saint-Triphon) hourdées au mortier de ciment à 300 kg. par mètre cube de sable.

La voûte est elle-même exécutée en maçonnerie de moellons bruts, choisis et grossièrement taillés, les lits étant dressés en assises parallèles et selon le rayon de l'intrados ; le mortier est dosé à 400 kg. de ciment par mètre cube de sable.

Nature des terrains de fondation. — Le dessin en élévation du Viaduc (fig. 4) renseigne exactement sur la nature des terrains rencontrés à l'emplacement du viaduc et qui fut déterminée au préalable par cinq sondages poussés jusqu'à la rencontre de la molasse lacustre. L'on trouve tout d'abord une couche de terre végétale d'un mètre d'épaisseur en moyenne, puis des dépôts fluvio-glaciaires composés de sable, de gravier et de blocs roulés, dont l'épaisseur varie de 5 à 18 m. (côté Saint-Maurice) et, enfin, une moraine argileuse et sableuse de 4 à 10 m.

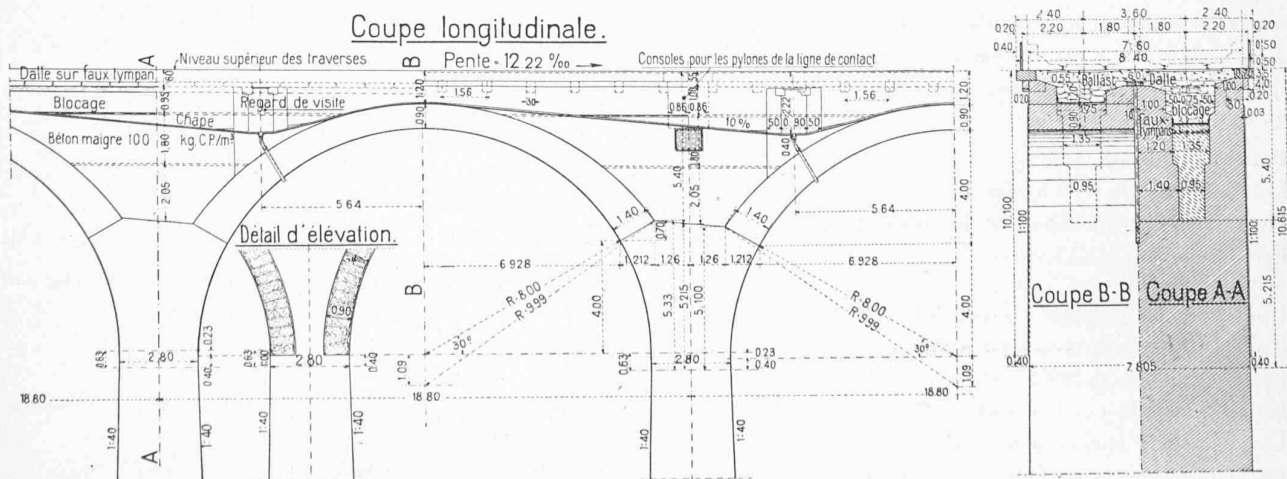


Fig. 5. — Coupes du viaduc de la Paudèze.

d'épaisseur, reposant sur la molasse lacustre. Somme toute, les conditions de fondations de l'ouvrage paraissent bonnes et l'expérience l'a prouvé, puisque les fouilles purent généralement être arrêtées à quelques mètres au-dessus de la moraine de fond.

Cependant la présence sous le viaduc d'anciennes exploitations de mines de lignite compliquait quelque peu la situation.

Les géologues consultés à ce sujet, MM. Lugeon, Collet et Jaccard, furent très rassurants, mais conseillèrent pourtant, par mesure de prudence, de bloquer sur une soixantaine de mètres, une galerie creusée à vingt-huit mètres de profondeur environ sous le viaduc dans les terrains constitués de marne gréseuse et calcaire.

Ces conseils furent écoutés et le travail adjugé en février 1922 à M. A. Koller ingénieur qui devait les achever dans le délai de quatre mois.

La galerie à bloquer communique avec l'extérieur par l'intermédiaire d'un puits vertical maçonné, de 2 mètres de

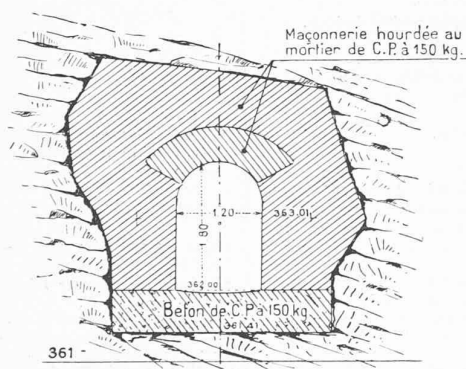


Fig. 6. — Galerie de mine.

diamètre et 28 m. de profondeur, sur la rive gauche de la Paudèze.

De ce puits, elle passe sous le torrent et sous l'une des piles du viaduc, puis sous les maisons voisines et la route cantonale, dans la direction du village de Pully. Elle est en pente de 1 % vers le puits d'extraction, ce qui facilitait à la fois l'écoulement de l'eau et le roulage. Forée il y a trois quarts de siècle sa section transversale devait mesurer à l'origine 1 m. 20 de largeur sur 1 m. 80 de hauteur environ. Mais, abandonnée depuis fort longtemps, elle se remplit peu à peu d'eau ; sous l'action de cet élément, la désagrégation des roches molassiques qu'elle traverse se poursuivait rapidement, si bien que sa section, après vidange et nettoyage, atteignait par endroits jusqu'à 10 m. (fig. 6).

La visite minutieuse que l'on en fit alors ne révéla aucun mouvement ou tassement quelconques du plafond, autres que ceux dus à l'effritement de la roche. Le blocage projeté fut néanmoins exécuté, mais l'on ménagea dans l'axe de la galerie un aqueduc maçonné avec radiér de 1,20-1,80 de section pour permettre une visite ultérieure des lieux.

Il faut noter ici que quelle que fût la solution adoptée,

construction métallique ou en maçonnerie, le blocage de la galerie d'extraction s'imposait dans les deux cas.

Entreprise. — Ensuite du concours ouvert pour la reconstruction du viaduc et dont nous avons déjà parlé à propos du choix du projet, l'exécution du travail fut confiée à l'Entreprise E. Bellorini à Lausanne, sur la base de sa soumission de 981 719 fr. 50, par convention du 11 janvier 1922, ratifiée le 9 février suivant par le Conseil d'administration des C. F. F. Cette entreprise avait donné aux C. F. F. de nombreuses preuves de son activité, notamment lors des travaux d'extension de la gare de Val-lorbe et avait de plus à son actif l'expérience de la construction des ponts Bessières et de Montbenon à Lausanne.

Il n'y eut pas lieu de regretter ce choix.

(A suivre.)

Exportation d'énergie.

(Planche hors texte N° 4)

Conformément à un vœu émis au sein de la Commission du Conseil national qui s'est occupée du postulat Grimm¹, le Service fédéral des eaux publie une carte synoptique² donnant un aperçu des principales autorisations d'exportation dont il a pu être fait usage durant l'hiver 1924/25. Les permis d'exportation non utilisés ou qui n'ont été utilisés qu'en été, ainsi que les permis se rapportant à des puissances inférieures à 1000 kilowatts n'y ont pas été reproduits.

Afin de faciliter une vue d'ensemble, on n'a donné que des indications sommaires sur les puissances et quantités d'énergie admises à l'exportation, ainsi que sur les clauses restrictives y relatives.

De plus, on a reproduit dans le tableau page 222 toutes les autorisations valables au 31 mars 1925, y compris celles qui n'ont pu être utilisées durant l'hiver 1924/25. On y a mentionné encore, à la fin, les autorisations nouvelles, accordées du 31 mars au 30 juin 1925.

Compte rendu de la première conférence internationale de l'énergie à Londres,

présenté, à Berne, le 13 décembre 1924, à l'Association Suisse des Electriciens, par M. le D^r Ed. Tissot, président de cette Association.

(Suite³)

CHAPITRE IV.

Installations thermiques à haute pression⁴.

Considérations générales.

Nous allons maintenant aborder un chapitre ne présentant qu'un intérêt secondaire pour les producteurs et distributeurs d'énergie électrique, dont les réseaux ne s'é-

¹ Nous rappelons que ce postulat a fait l'objet d'un intéressant rapport du Conseil fédéral, publié dans le N° 13 (1^{er} avril 1925) de la „Feuille fédérale”. Réd.

² Nous remercions le Service fédéral des eaux d'avoir obligeamment mis cette carte à notre disposition. Réd.

³ Voir Bulletin technique du 1^{er} août 1925, page 197.

⁴ Voir la notice sur Installations thermo-électriques, par M. Ad. Meyer, ingénieur en chef de la Société Brown, Boveri et C^{ie}, à la page 112 du N° du 9 mai 1925 du Bulletin technique.