

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 99 (1973)
Heft: 9: L'autoroute du Léman et ses ouvrages

Artikel: Les ponts sur la Paudèze
Autor: Bureau technique Piguet
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-71658>

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: 17.11.2024

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

Les ponts sur la Paudèze

par Bureau technique FIGUET, ingénieurs-conseils S.A.

1. Introduction

L'autoroute du Léman N9 franchit le vallon de la Paudèze sur deux ponts rectilignes indépendants, de 400 m de longueur environ chacun. Chaque pont porte une piste de 12 m de largeur qui se décompose en deux voies de circulation et une bande de stationnement. La hauteur maximale de l'ouvrage au-dessus du fond du vallon est d'environ 70 m ; la hauteur moyenne est de l'ordre de 30 m.

Du point de vue des possibilités de fondation, ce vallon se signale par des conditions géologiques désastreuses, caractéristiques de la région molassique de Belmont. Les campagnes de prospection effectuées ont donné des résultats assez décevants, et n'ont pas permis de fixer avec certitude les limites des zones stables et instables. La prudence et la circonspection ont été de rigueur pour l'analyse des conditions de fondation.

L'importance de l'ouvrage et les difficultés géologiques susmentionnées ont justifié l'organisation par le Bureau de construction des autoroutes vaudoises d'un concours de projets auquel furent invités cinq bureaux d'étude ; le groupe d'experts a recommandé au maître de l'œuvre en été 1970 de faire exécuter le projet présenté ci-après.

2. Conception de l'ouvrage

2.1 Critères de base de l'étude

Du point de vue technique, la conception du projet a été influencée par les critères principaux suivants :

- conditions posées par la géologie du versant ;

- conditions de réalisation du tablier par une méthode rationnelle, économiquement valable, conduisant à une implantation convenable des points d'appui dans les versants ;
- économie de l'ouvrage et respect des délais ;
- esthétique.

2.2 Analyse des conditions géologiques

Versant droit

Le versant droit, qui intéresse le tracé sur une longueur de 170 m environ, présente une pente assez uniforme de 26° environ. C'est un massif molassique très tectonisé dont la surface présente de nombreux signes d'instabilité ; selon le rapport géologique, on peut le schématiser ainsi :

- le massif rocheux en place, très tectonisé, stable et non fauché, formé d'une alternance de grès et de marne ; la limite supérieure de ce massif peut être évaluée par une ligne partant du fond du vallon avec une pente de 20° ;
- la zone de roche fauchée et très altérée, reposant sur le massif en place, mais entraînée par les mouvements de gravité de la couche superficielle ;
- la couche superficielle, composée de molasse décomposée, d'argile, de marne, le tout en état de stabilité précaire. La profondeur de cette couche glissante est variable, en moyenne de 6 à 8 m.

La prospection a, de plus, mis en évidence l'existence d'une fissure de décrochement en haut du versant dans le grès apparemment en place. Les conditions de fondation

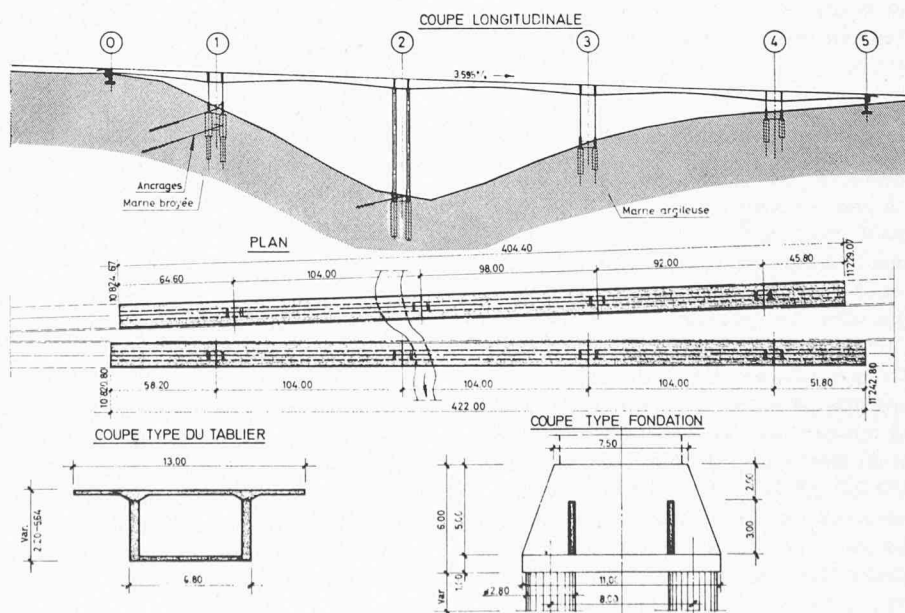
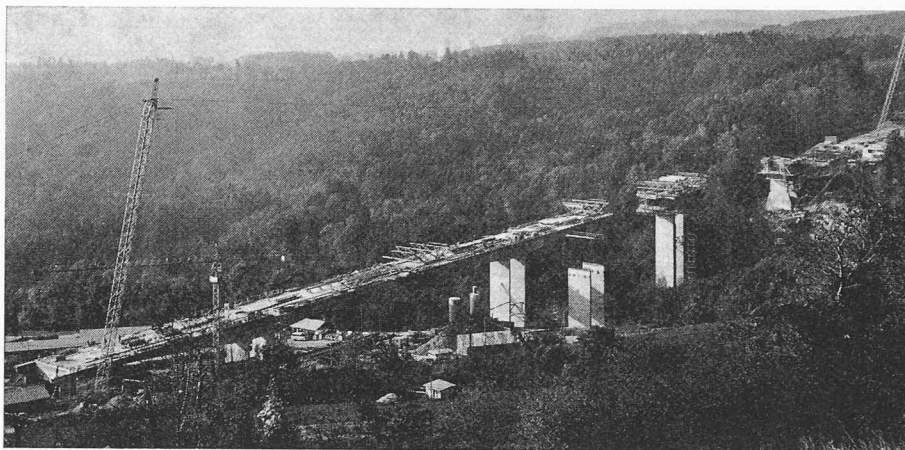


Fig. 1. — Schéma général des ouvrages.



(Photo Germond)

Fig. 2. — Vue du chantier depuis l'amont au 29 octobre 1972 ; portiques 4 et 3 terminés, portique 2 et culot 1 en cours d'exécution.

sur ce versant sont donc mauvaises. Toutes les charges dues à l'ouvrage doivent être reportées en profondeur.

Versant gauche

Le bas du versant gauche présente sur 100 m environ des caractéristiques assez semblables à celles du versant droit, toutefois légèrement meilleures.

On distingue également un massif rocheux en place, un peu moins tectonisé, présentant une pente de 20°. Ce massif est surmonté d'une couverture morainique également instable.

Sur le haut du versant, la pente du massif rocheux s'adoucit. L'épaisseur de la couverture morainique varie de 20 m à 10 m. Le fond rocheux est de meilleure qualité, beaucoup moins tectonisé.

Les conditions de fondation sur ce versant sont donc meilleures que sur le versant droit, mis à part les premiers 100 m, dans le bas du versant, où ces conditions sont semblables.

Le fond rocheux du thalweg, dont la profondeur est incertaine, mais qui existe, est le seul point d'appui à admettre comme vraiment stable, puisque situé dans une zone de mouvement nul.

2.3 *Implantation des piles et choix des portées de l'ouvrage*

L'analyse des conditions géologiques du vallon de la Paudèze a conduit à une certitude : limiter au maximum le nombre des points d'appui de l'ouvrage, car le coût et les risques des travaux de fondation sont déterminants.

Ceci étant, il a fallu se déterminer sur la portée maximale réalisable économiquement. La hauteur de l'ouvrage au-dessus du sol et la mauvaise qualité du terrain ont condamné tout recours à une solution en béton traditionnel coulé sur cintre. Seule pouvait entrer en considération une méthode d'exécution autoportante ne faisant pas appel à un matériel de mise en œuvre trop coûteux, car l'importance de l'ouvrage (10 700 m² de pont env.) ne permet pas de justifier la construction et l'amortissement d'un tel matériel spécialement conçu pour cette réalisation.

Par contre, les possibilités offertes par la disponibilité de tout le matériel de préfabrication, de manutention et de pose utilisé pour la réalisation des Viaducs de Chillon pouvaient apparaître comme intéressantes. La mise en

soumission de l'ouvrage projeté en exécution traditionnelle d'une part (encorbellement coulé en place), et préfabriquée d'autre part, a favorisé la première méthode, démontrant ainsi l'incidence de l'utilisation d'un matériel spécial coûteux.

Après de nombreux essais d'implantation, il est apparu que la solution consistant à placer une pile de chaque pont, dans la zone du thalweg, conduisait à un optimum pour l'implantation des fondations, compte tenu de la portée maximale réalisable.

Les fondations de cette pile ne posent en effet pas de problèmes très particuliers, étant donné la proximité du fond rocheux stable d'assez bonne qualité ; certes, la hauteur de la pile hors du sol est importante, de l'ordre de 65 m. Mais on peut constater que des piles situées à mi-pente des versants ne seraient qu'apparemment plus courtes, car la hauteur totale à construire, compte tenu de la fondation, serait pratiquement la même, mais plus coûteuse à réaliser.

L'implantation d'une pile dans le fond du thalweg permet de reporter les piles adjacentes dans le haut des versants. On obtient une implantation favorable de la pile suivante sur le versant gauche, dans la zone du début du replat du fond rocheux.

Les avantages sont moins évidents pour la pile située dans le haut du versant droit ; il semble toutefois que la position haute soit la plus favorable puisqu'elle limite le volume des masses susceptibles d'exercer une poussée sur la fondation.

3. Description du projet

3.1 *Système porteur*

La construction des deux ponts indépendants est prévue sous forme de deux poutres continues en béton précontraint, prenant chacune appui sur quatre piles, toutes fondées sur le massif rocheux en place, et sur deux culées classiques reposant sur la moraine.

Le pont aval est long de 422,00 m ; les portées mesurées entre axes des piles à partir de la culée côté Lausanne sont de :

58,20 m — 104 m — 104 m — 104 m — 51,80 m

Le pont amont est long de 404,40 m ; les portées mesurées entre axes des piles à partir de la culée côté Lausanne sont de :

64,60 m — 104 m — 98 m — 92 m — 45,80 m

Toutes les piles sont formées de deux palées minces, pleines ou caissonnées, distantes de 8 m, de sorte que les travées libres du tablier sont pratiquement placées dans des conditions d'appui voisines de l'encastrement parfait ; cette disposition est favorable à la méthode de construction par encorbellement.

Chacun des ponts est stabilisé longitudinalement sur la dernière pile côté Belmont ; la faible hauteur de ces piles et leurs conditions de fondation les rendent aptes à jouer ce rôle de point fixe. Les autres piles sont soit pendulaires, soit suffisamment souples pour ne pas gêner les mouvements longitudinaux du tablier. Les deux culées sont, par suite de ces dispositions, munies de joints de dilatation.

L'ensemble de l'ouvrage est réalisé à l'aide des deux portiques types suivants :

Portique type a

Longueur totale développée à l'axe de la piste	92 m
Portée libre des consoles	42 m
Distance entre palées	8 m
Hauteur sur palée	5 m
Hauteur à la clef	2,20 m

Portique type b

Longueur totale développée à l'axe de la piste	104 m
Portée libre des consoles	48 m
Distance entre palées	8 m
Hauteur sur palée	5,64 m
Hauteur à la clef	2,20 m

On franchit une portée libre de 96 m en juxtaposant deux portiques type *b*. L'entre-axe des piles est alors de 104 m. Une portée libre de 90 m est réalisée par un portique type *a* et un portique type *b* ; l'entre-axe des piles est alors de 98 m. Les travées de rives ont normalement une portée libre de 42 ou 48 m suivant le portique utilisé. C'est le cas des travées de rives côté Belmont. Les travées de rives côté Lausanne sont allongées de 6,40 m pour le pont aval et de 12,80 m pour le pont amont. Cette portée supplémentaire est construite sur cintre.

La section transversale se compose d'un caisson de 6,80 m de largeur et de hauteur variable qui supporte deux ailes de 3,10 m chacune. Le caisson n'est entretoisé qu'au droit des palées.

3.2 Piles

Les piles sont formées de deux palées distantes de 8 m, aboutissant sur un massif de fondation commun formant cadre de stabilisation au niveau du terrain naturel. Les palées des piles 1, 3, 4, 101, 103, 104 sont des parois de 70 cm d'épaisseur et de 6,80 m de largeur.

Les palées des piles 2 et 102, hautes de 60 m environ, sont évidées en forme de caisson de 6,80 m x 1,80 m ; la dimension minimale des parois est de 30 cm.

Les palées des piles 1 et 101 sont articulées sur le massif de fondation ; elles sont ainsi capables de suivre, pratiquement sans résistance, les mouvements longitudinaux du tablier, dus au fluage, au retrait et aux variations de température, particulièrement importants à cet endroit éloigné de 300 m du point fixe. Les articulations sont réalisées par un noyau de béton surcomprimé, coulé en place dans un coffrage spécial.

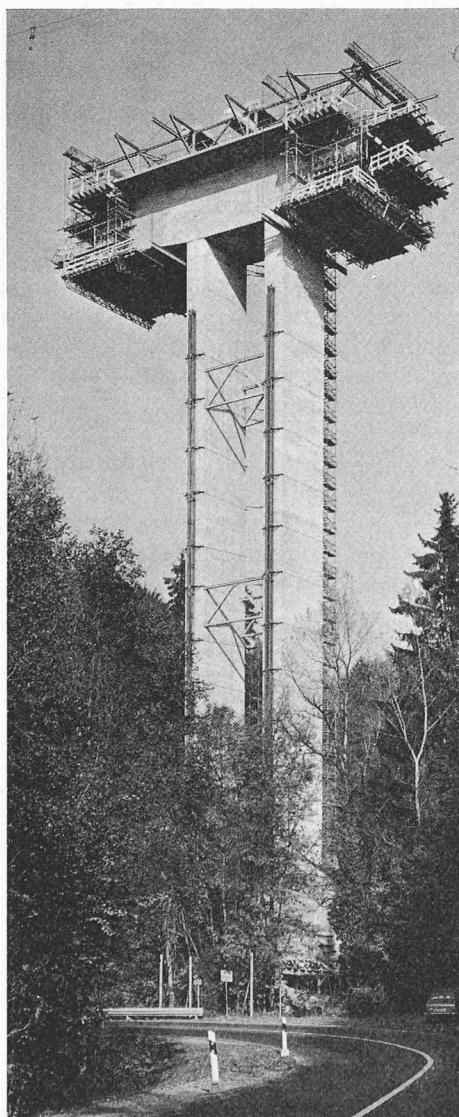
Au stade définitif, la stabilité longitudinale des deux ponts est assurée par les piles courtes 4 et 104.

3.3 Fondation des piles

Toutes les piles, soit huit au total, admettent le même principe de fondation. Chacune des deux palées minces se prolonge dans le terrain par un voile diffuseur qui reporte sa charge sur deux puits de grand diamètre, distant de 8 m. Les deux voiles diffuseurs sont liés longitudinalement par deux traverses, le tout formant ainsi un cadre de stabilisation partiellement enterré.

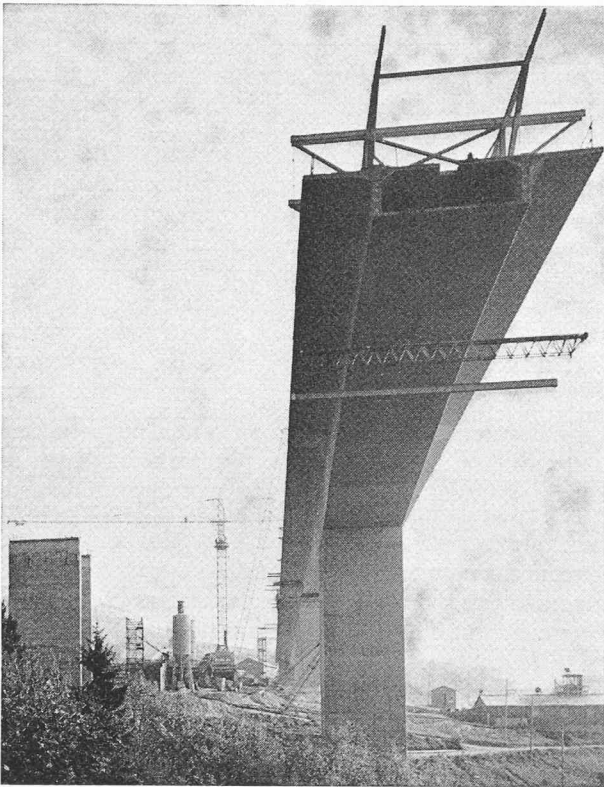
La fondation proprement dite consiste donc en quatre puits verticaux axés sur les angles d'un carré de 8 m x 8 m, qui reportent la charge à une profondeur variant de 12 à 27 m.

L'analyse des poussées que le terrain peut exercer sur les fondations a été faite sur la base des théories du professeur Haefeli relatives aux phénomènes de fluage des versants (Kriechdruck Theorie).



(Photo Germond)

Fig. 3. — Pile 2 au bord de la Paudèze, on distingue les contreventements provisoires, ainsi que les piliers de l'échafaudage du culot.



(Photo Germond)

Fig. 4. — Encorbellement côté Paudèze du portique 3 pendant le démontage du chariot de bétonnage ; à gauche, pile 3 du pont amont.

Des ancrages sont ainsi prévus aux piles 1 et 101 sur deux niveaux (à mi-hauteur des puits et en tête des puits) et aux piles 2 et 102 (en tête seulement). Au niveau des massifs de fondations, des emplacements sont réservés pour la mise en place d'ancrages complémentaires.

4. Exécution de l'ouvrage

4.1 Programme général des travaux

La mise en soumission des travaux s'est déroulée durant le printemps 1971 et a abouti à une adjudication au consortium Ed. Zublin & Cie S.A. - S.A. C. Zschokke en été de la même année ; mis à part les travaux de puits et d'ancrages dans le sol, les travaux relatifs à l'infrastructure (fondations et piles) et à la superstructure ont été adjugés à forfait avec un engagement de l'ingénieur sur le respect des quantités.

Les travaux de fondations ont débuté en octobre 1971 et ceux de superstructure en mars 1972.

La fin du premier tablier est prévue pour mars 1973 et l'achèvement général des deux ouvrages pour la fin de 1973.

4.2 Description des travaux

Les puits, d'un diamètre minimal de 2,80 m, sont foncés à la main, suivant une méthode qui a fait ses preuves dans

les terrains doués d'une cohésion normale et relativement secs ; un coffrage gonflable de 1,50 m de hauteur permet de bétonner un anneau de soutènement de 20 cm d'épaisseur. D'éventuels passages difficiles peuvent être franchis à l'aide d'un coffrage de secours d'une demi-hauteur ; cette opération s'est révélée nécessaire sur une certaine hauteur de quelques puits situés au bord de la Paudèze dont le lit est loin d'être étanche. Cette méthode de fonçage ne porte pas atteinte à la stabilité du versant et permet d'observer systématiquement les sols et roches traversés en cours de descente ; les décisions concernant les niveaux de fondation y gagnent en clarté.

Les piles sont bétonnées à l'aide d'un coffrage glissant, constitué de deux coffres reliés par une plate-forme de travail permettant le bétonnage simultané des deux palées constituant chacune des piles. En cours d'exécution du tablier en encorbellement, chaque pile doit assurer seule la stabilité du portique en construction ; dans ce but, les deux palées sont solidarifiées par des contreventements métalliques provisoires mis en place durant l'érection de la pile.

L'exécution du tablier débute pour chaque portique par la zone coiffant les palées, grâce à un échafaudage prenant appui jusqu'aux fondations ; la plate-forme ainsi réalisée permet le montage du premier chariot, le bétonnage d'un premier élément dissymétrique, le déplacement du chariot afin de donner une surface suffisante au montage du second chariot. Le premier élément de la console opposée est alors bétonné, puis l'avancement devient symétrique avec une cadence hebdomadaire d'un élément par côté.

Les délais d'exécution ont conduit à la mise en œuvre de deux paires de chariots.

Le clavage ou jonction de deux consoles en milieu de travée s'exécute avec un décalage de deux à trois mois, permettant ainsi le fluage des consoles sans variation notable des efforts intérieurs ; la précontrainte inférieure est alors réalisée en plusieurs étapes débutant 24 heures après le bétonnage.

4.3 Coût de l'ouvrage

Le montant de l'adjudication est de 10,3 millions de francs (valeur 1971) pour une surface de tablier de 10 750 m². L'importance des travaux d'infrastructure est mise en évidence par la décomposition suivante :

Installations de chantier	environ 1,3 mio fr.
Infrastructure au mètre (puits, ancrage)	2,2
Infrastructure à forfait (fond, piles)	1,5
Superstructure à forfait	5,3

Les travaux d'infrastructure ne sont pas entièrement terminés, mais on peut déjà vérifier que les quantités relatives aux puits seront respectées, tandis qu'un léger dépassement est possible sur les ancrages.

Adresse de l'auteur :

Bureau technique Piguet, ingénieurs-conseils SA
avenue des Mousquines 38 bis
1005 Lausanne