Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 97 (1971)
Heft: 22: L'autoroute du Léman et ses ouvrages

Artikel: Le pont sur la Veveyse
Autor: Menn, Ch. / Aasheim, P.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-71263

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: 15.07.2025

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

Le pont sur la Veveyse

par CH. MENN, ing. civil, Dr ès sc. techn., Coire et P. AASHEIM, ing. civil, Vevey

1. Généralités

Dans la région de Vevey, le tracé de la route nationale N 9 Lausanne-Saint-Maurice traverse la vallée de la Veveyse à un endroit où le torrent a creusé une gorge large d'environ 300 m et profonde de 80 m. A proximité immédiate du versant gauche se trouve l'échangeur entre la N 9 et la N 12 Vevey-Fribourg-Berne. Il en résulte que l'ouvrage franchissant la vallée comporte, dans chaque sens, une chaussée à deux pistes normales de circulation, une piste d'accélération, respectivement de décélération, et une piste de stationnement. Les deux chaussées atteignent ainsi la largeur totale exceptionnelle d'environ 33,5 m. Chaque chaussée est supportée par un pont indépendant de l'autre.

L'axe de l'autoroute N 9 suit, dans la plus grande partie des ponts, un cercle de 900 m de rayon ; la pente longitudinale est de 0,5 %, le dévers des chaussées de 4,37 %.

En mai 1965, le Département des travaux publics du canton de Vaud passa commande à quatre bureaux techniques d'une étude du pont sur la Veveyse. Les solutions présentées, dont trois projets en béton précontraint et un projet en charpente métallique, furent jugées par un collège d'experts selon les quatre critères suivants : construction, calculs statiques, économie et esthétique.

A la suite de l'examen détaillé des projets, le jury a trouvé un avantage majeur au projet en charpente métallique par rapport aux autres solutions, et a recommandé au maître de l'œuvre la mise en soumission et l'exécution de la solution étudiée par les Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey S.A.

2. Conditions géologiques

Dans la région du pont, les conditions géologiques sont très compliquées. De nombreux sondages et des recherches importantes furent nécessaires pour déterminer les possibilités d'implantation des fondations.

Le flanc gauche de la vallée consiste, dans sa partie supérieure, en une couche stable de gravier d'environ 25 m d'épaisseur reposant sur une moraine. La fondation de la culée sur cette couche de gravier ne présente pas de difficultés particulières.

Dans la partie inférieure du versant gauche à pente relativement raide, la Veveyse a creusé son lit dans la molasse rocheuse. Cette molasse est assez désagrégée en surface et partiellement fissurée. Cependant on trouve une roche saine à environ 5 m de profondeur et en couches déposées favorablement pour permettre une fondation sûre des piles.

Le flanc droit de la vallée est caractérisé dans sa partie supérieure par une zone étendue de glissement. La couche perturbée, de 15 à 20 m d'épaisseur, se compose de marne broyée imprégnée d'eau, de matières argileuses et de quelques blocs pierreux pas très gros. Le glissement se poursuit encore actuellement à la vitesse de quelques centimètres par année. Sous la couche mouvante, et sur ses bords, on trouve aussi la molasse rocheuse couverte d'environ 5 m de terre glaise. Au contraire de la rive gauche, la roche de la rive droite a été fortement perturbée par des influences tectoniques, et contient par conséquent de grosses crevasses et fissures remplies de dépôts marneux

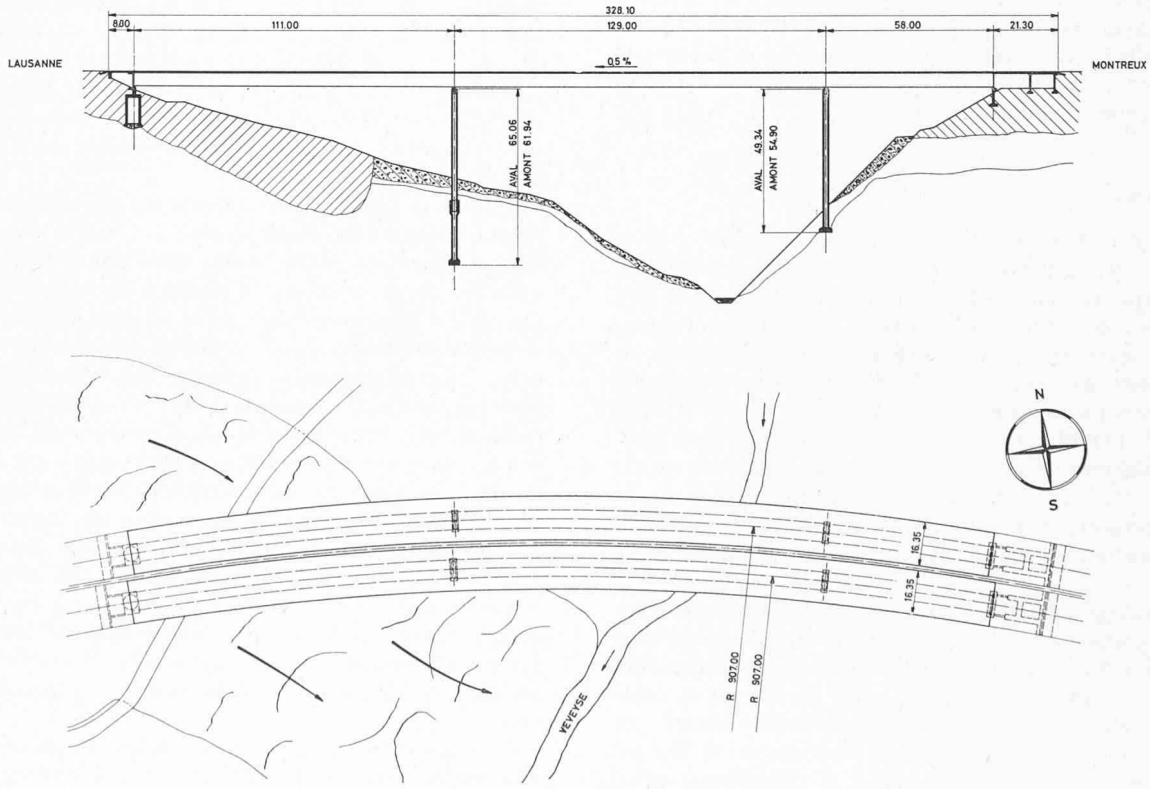

Fig. 1. — Plan de situation et coupe longitudinale.

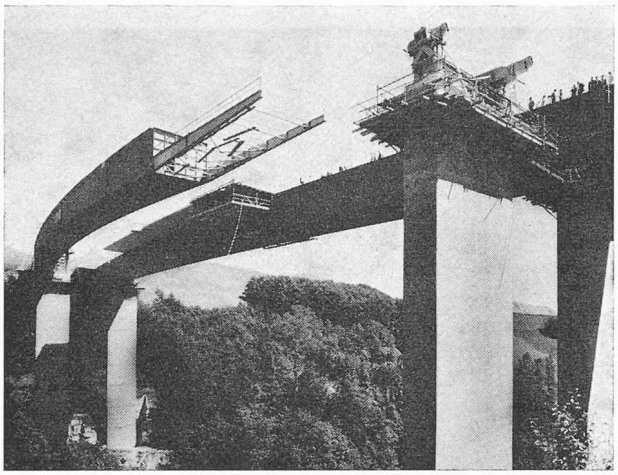

Fig. 2. — Lancement du pont amont.

très humides. Tout le versant ne possède qu'une faible stabilité. Pour cette raison, une assise des piles à une faible profondeur d'encastrement dans la molasse n'est pas admissible, même hors de la zone de glissement proprement dite. Au contraire, les charges des piles doivent être reportées dans les couches non perturbées de la molasse, à la plus grande profondeur possible.

Ces conditions géologiques en partie très scabreuses ont été d'une importance primordiale pour la conception de l'ouvrage surtout pour le choix du système porteur et des portées. Dans le cas présent, seul un pont à poutres droites entrait en considération. En ce qui concerne les portées, il était absolument indispensable de placer l'appui constitué par la pile de rive droite en dehors de la zone de glissement afin d'éviter une poussée des terres contre la pile. D'autre part, la culée rive droite devait être placée assez en arrière sur la partie supérieure relativement plate de la zone mouvante de façon qu'on puisse s'attendre à une poussée suffisamment faible de la masse de terre. De la sorte une travée assez grande, de 111 m de portée, est imposée sur la rive droite. La travée médiane de 129 m permet de franchir la gorge profonde de 80 m en cet endroit, et sur la rive gauche reste encore une travée de 58 m.

3. Culées

La culée orientale (rive gauche) est combinée avec la construction du passage sous l'autoroute d'une route d'intérêt local. Les appuis des deux poutres métalliques sont placés sur deux murs indépendants auxquels ils ne transmettent que des charges verticales. Les deux murs de culées sont assis sur la couche de gravier par de simples fondations planes. La pression sur le sol atteint environ 3 kg/m^2. Les efforts latéraux (vent) et longitudinaux (freinage, dilatation) sont transmis aux murs longitudinaux du passage inférieur, respectivement de la culée, par le tablier qui ne présente point de joint ici, et sont repris sans difficultés par les semelles de fondations posées dans la couche de gravier.

Les parois longitudinales du couloir de passage assurent un bon encastrement horizontal de la dalle de chaussée et les efforts du vent sur les piles du versant gauche sont ainsi notablement réduits. La paroi arrière de la culée (paroi longitudinale amont du couloir de passage) est conçue d'une seule pièce sur toute sa longueur de 33,6 m. Pour éviter toute fissuration due à la température et au retrait, on y a placé quatre câbles de précontrainte horizontaux qui assurent, avec la précontrainte de la dalle de chaussée, une réserve suffisante de compression.

La culée ouest, malgré la grande travée de rive de l'ouvrage, se trouve toujours à la limite de la zone de glissement. Il a donc fallu descendre jusqu'à 15 m au-dessous du terrain d'origine pour construire dans la molasse les fondations des culées de chacun des deux ponts ; celles-ci se composent de puits cylindriques de 5 m de diamètre. Elles furent excavées en étapes de 1,50 m environ dans une matière extrêmement pierreuse, et à l'aide d'étayages successifs. Ces puits sont accessibles et peuvent en tout temps être ancrés dans la roche par des câbles, si d'éventuels glissements venaient à se produire. La partie supérieure de la culée comprend un encorbellement de 8 m prolongeant le pont vers l'arrière. Cette construction permet l'économie d'une excavation importante. La poussée des terres derrière la culée en est ainsi sensiblement amoindrie, et la stabilité du terrain est favorablement influencée par cet allégement.

4. Piles

Les fûts des quatre piles (deux pour chaque pont) ont une section rectangulaire évidée de 7,5 m de longueur sur 2,2 m de largeur, avec voile médian ; l'épaisseur des parois s'élève à 25 cm. La section est prismatique sur toute la hauteur des fûts et le bétonnage a été effectué à l'aide d'un coffrage glissant.

Il avait été prévu pour les deux piles situées sur le versant gauche des semelles de fondation reposant sur la molasse. Au cours des travaux d'excavation, on a remarqué que la molasse était fortement clivée et qu'elle présentait une texture de couches superposées inclinées d'environ 11° vers la Veveyse. Pour ne pas retarder la marche des travaux, il fut décidé de maintenir le niveau de fondation prévu et d'en assurer la sécurité par l'adjonction d'ancrages de précontrainte. Sur la base d'études détaillées de la mécanique des roches, il a été prévu de consolider la roche sous les fondations à l'aide de quatre groupes d'ancrages de 750 t de précontrainte chacun. Les câbles ont environ 25 m de longueur et sont inclinés de 17°. Leur action combinée aux efforts verticaux de la pile a pour effet d'introduire la résultante perpendiculairement aux couches molassiques descendant au-dessous du talweg de la Veveyse.

Sur la rive droite, les fondations des piles exigèrent des travaux passablement importants. En raison des conditions géologiques particulières, les charges doivent être reportées sur la molasse non délitée à grande profondeur. De plus, il était important que le procédé d'exécution de la fondation n'altère pas l'équilibre précaire du versant mais, bien au contraire, permette une stabilisation par drainage profond, ancrages, etc. Comme la couche rocheuse ne pouvait être creusée d'un coup par un puits vertical, l'exécution des travaux a été prévue comme suit : les fûts des piles viennent en quelque sorte se prolonger dans le sol et sont repris en sous-œuvre par tranches successives hautes de 1,50 à 2 m. Au cours de l'excavation des puits, on constata que les couches de couverture étaient très mauvaises tandis qu'on mit déjà à nu, à 15 m de profondeur environ, une molasse saine et très dure. Les puits s'arrêtèrent pour ces raisons à 20 m, la totalité des cinq derniers mètres ayant nécessité l'usage d'explosifs.

L'encastrement des piles en rive droite est assuré avant tout par la couche de couverture. Le calcul des puits est en principe le même que celui de pieux. La valeur maxi-

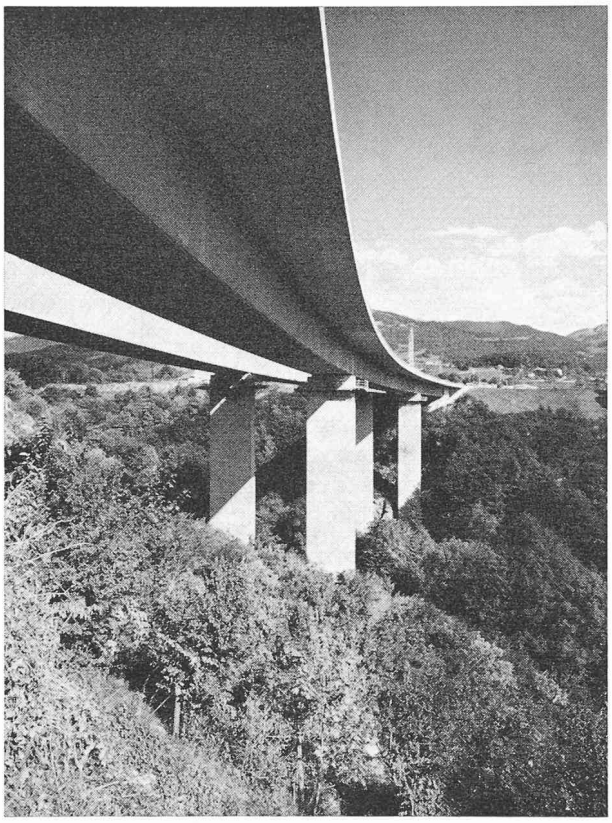

Fig. 3. — Vue du pont en voie d'achèvement.

male de l'encastrement se situe environ à 5 m de profondeur. Pour un contrôle ultérieur des conditions d'encastrement il a été prévu (selon les indications détaillées fournies par le professeur Daxelhofer) plusieurs emplacements de mesures à l'intérieur des puits.

Dans la partie supérieure, jusqu'à une profondeur de 12 m, les puits ont été enduits d'une protection extérieure.

Les puits de fondation restent vides et sont accessibles après exécution des travaux. Les fondations sont drainées et l'eau collectée est déversée directement dans la Veveyse. De plus, pour améliorer la stabilité du versant, des trous de drainage sont percés dans la molasse délitée sur toute la hauteur des puits. Au cas où cela s'avérerait nécessaire, la roche serait encore stabilisée par des câbles mis en tension depuis le puits.

5. Ossature métallique

a) *Conception*

Des considérations surtout économiques ont conduit à l'adoption d'une solution à deux ponts parallèles. Chacune des deux chaussées de l'autoroute est supportée par une poutre métallique en caisson entièrement fermé, continue sur trois travées de 111 m + 129 m + 58 m. La hauteur de la poutre est constante et mesure 5000 mm, la largeur des semelles étant fixée à 6350 mm. La poutre est liée rigidement, à l'aide de goujons de cisaillement transmettant les efforts rasants, à la dalle de chaussée en béton. On a donc un ouvrage qui travaille en poutre mixte acier-béton, pour tous les états de charge intervenant après le bétonnage de la dalle.

b) *Géométrie du système porteur*

Les deux caissons sont absolument identiques, à ligne médiane circulaire dont le rayon est de 907 m. Cette solution, qui présente des avantages économiques évidents, est réalisée par simple translation des culées et des piles. Comme l'axe du caisson métallique diffère de celui de la chaussée, les porte-à-faux de la dalle sont légèrement variables. La différence entre les axes ne dépasse d'ailleurs pas 82 mm.

c) *Poutres maîtresses*

Comme indiqué plus haut, chaque poutre sous chaussée est un caisson, formé de deux âmes de 12 mm d'épaisseur qui augmente jusqu'à 20 mm sur la pile rive droite, écartées d'environ 6,15 m et de deux semelles dont l'épaisseur est adaptée aux sollicitations, et varie entre 10 et 45 mm. Cette disposition présente les avantages suivants :

— Le tablier a une grande rigidité à la torsion, ce qui est intéressant puisque l'ouvrage est en courbe et que, de plus, la grande largeur de la chaussée conduit à des moments de torsion non négligeables pour les surcharges asymétriques.

— Les épaisseurs des tôles de membrures sont modérées, ce qui est très favorable à tout égard. Pour une disposition à deux ou même trois poutres indépendantes, on obtiendrait des épaisseurs de semelles très importantes et la soudure de ces fortes épaisseurs pourrait présenter des ennuis assez graves.

— Les tôles de membures jouent également le rôle de contreventements horizontaux.

— La tôle supérieure sert de coffrage pour la dalle de chaussée en béton.

— La forme particulière de la membrure supérieure a également permis un gain non négligeable sur le poids de la dalle, l'épaisseur maximale de celle-ci qui est de 35 cm à l'arête du caisson étant réduite à 21 cm à l'axe de la poutre.

— Les deux tiers environ des surfaces à protéger de l'ossature métallique sont situés à l'intérieur d'un caisson fermé et les frais d'entretien correspondants seront minimes.

Pour ces raisons, il a été décidé de conserver la section en caisson sur toute la longueur du tablier bien que, pour la petite travée rive gauche, une section formée de deux poutres indépendantes eût été également réalisable.

Les tôles d'âmes et de membrures sont raidies par des nervures longitudinales en caisson, à grande rigidité flexionnelle et torsionnelle. Le raidissage est complété par des raidisseurs verticaux pour les âmes, transversaux pour les tôles de membrures.

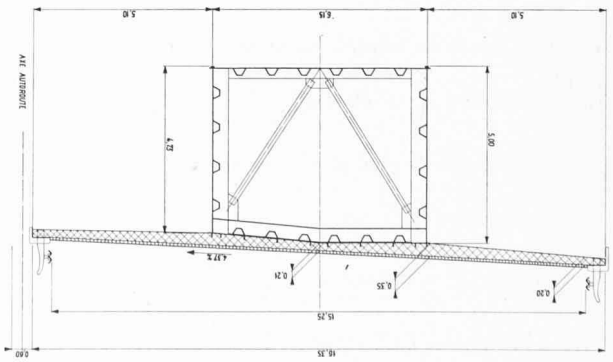

Fig. 4. — Coupe transversale de l'ossature métallique.

d) *Entretoisements*

Des entretoisements intérieurs en treillis, espacés d'environ 16 m, assurent l'indéformabilité de la section et transmettent les efforts de torsion dus aux charges asymétriques et à la courbure.

Au droit des piles et sur rive droite, les entretoisements sont à âme pleine afin de transmettre correctement aux appuis les réactions transversales de la dalle dues tant aux moments de torsion qu'aux efforts tranchants provenant du vent latéral. L'accès au travers de ces parois sera rendu possible par des trous d'homme.

Sur la culée rive gauche, l'entretoisement est constitué par une forte paroi en béton convenablement liée à l'ossature métallique. Cette paroi est surtout destinée à jouer le rôle de contrepoids. En effet, comme la travée rive gauche a une portée relativement petite, les réactions d'appui minimales sur culées, bien que restant toujours positives, sont assez faibles et il a paru nécessaire d'assurer qu'elles ne deviennent jamais négatives même si l'on majorait les surcharges.

e) *Appuis*

L'ouvrage comporte des appuis fixes sur les piles qui, par suite de leur élancement, sont assez souples dans la direction de l'axe du pont.

Des appuis mobiles en acier blindé à un rouleau sont disposés sur les deux culées. Sur rive gauche, le tablier est fixé à la culée de sorte que les déplacements des rouleaux sont faibles.

f) *Aciers utilisés*

Les Laminoirs USINOR à Dunkerque ont fourni la plus grande partie des aciers. Les qualités choisies sont les suivantes :

— Dans la région de la pile rive droite :
Acier USITEN 58/40 calmé à grain fin et normalisé, avec limite élastique garantie d'au moins 40 kg/mm^2.

— Dans la région de la culée rive gauche et pour certains éléments secondaires :
Acier RR St 37-3 (selon norme DIN 17.100), avec garanties de résilience améliorées.

— Pour la plus grande partie des poutres :
Acier USITEN 52/36 calmé à grain fin et normalisé, avec limite élastique garantie d'au moins 36 kg/mm^2.

Le poids total des aciers mis en œuvre pour les deux poutres métalliques est d'environ 2200 t.

Les contraintes admissibles sont :

— pour le cas de charge P (charges principales) contrainte de comparaison dans les semelles :

$$\sigma_g \text{ semelles} \leqq \frac{2}{3}\,\sigma \text{ élastique}$$

contrainte de comparaison dans les âmes :

$$\sigma_g \text{ âme} \leqq \frac{3}{4}\cdot\sigma \text{ élastique}$$

— pour le cas de charge T et pour les états de montage:

$$\sigma_g \text{ semelles} \leqq \frac{3}{4}\cdot\sigma \text{ élastique}$$

$$\sigma_g \text{ âme} \leqq \frac{4}{5}\cdot\sigma \text{ élastique.}$$

Un contrôle des sollicitations à la fatigue a été fait pour une surcharge de 80 %, avec des contraintes admissibles réduites, mais ce cas n'est jamais déterminant.

g) *Calculs*

Les sollicitations suivantes ont été examinées :

— Montage par lancement.

— Sollicitations des poutres métalliques avant leur liaison à la dalle, sous l'effet de leur poids propre et de celui de la dalle de chaussée (en moyenne 14,8 t/m′ par pont).

— Charges de longue durée, avec fluage, agissant sur l'ouvrage mixte acier-béton, soit les charges permanentes après bétonnage (revêtement bitumineux, bordures préfabriquées, glissières, etc., soit 3,07 t/m′ par pont).

— Surcharges mobiles de 6,05 t/m′ par pont, et en plus une charge concentrée de 32,6 t en chaque position défavorable.

— Influences : du retrait du béton, d'une différence de température entre l'ossature métallique et la dalle de chaussée, du vent, du freinage, etc.

— Influences : de la courbure en plan du système porteur, et des charges asymétriques (surcharges, vent).

La collaboration de la dalle de chaussée avec les poutres métalliques a été admise comme totale sur toute la longueur du pont dans les calculs hyperstatiques où la rigidité des sections est introduite, tandis que dans les calculs de contrôle des contraintes, la collaboration de la dalle n'a été considérée que dans les zones où le béton est comprimé. Pour les zones à moments négatifs (dalle tendue), les sections participant à la résistance comprennent uniquement la poutre métallique et l'armature longitudinale de la dalle, convenablement renforcée.

Les calculs statiques des cas des stades de lancement et des stades définitifs sous les charges principales ont été effectués sur une calculatrice électronique à l'aide du langage STRESS.

6. Montage de l'ossature métallique

La fabrication en atelier s'est faite par demi-caissons, c'est-à-dire par éléments hauts de 5 m, larges d'environ 3,2 m, entre 25 et 40 t de poids, et dont la longueur varie entre 10 et 21 m. Leur transport se faisait en position debout, et ne posa pas de difficultés spéciales.

Les tronçons étaient assemblés par soudures sur la plateforme même de l'autoroute rive gauche. Après sablage et peinture, le caisson était lancé selon son axe définitif. Pour assurer une bonne répartition des réactions des galets de lançage, malgré l'épaisseur relativement faible des tôles inférieures, il a été prévu des rails ≠ 100.60 soudés à la membrure et faisant partie de la section.

Le montage par lancement présente, entre autres, les deux avantages suivants :

— suppression de tous les échafaudages, en particulier dans la zone de glissement du versant droit de la vallée,

— installations situées pour ainsi dire toutes sur la même rive, au plateau de l'échangeur N 9 - N 12. Quant à l'autre rive, elle est à peu près libre d'installations.

Le lancement une fois terminé, on descendait immédiatement la poutre sur ses appuis définitifs.

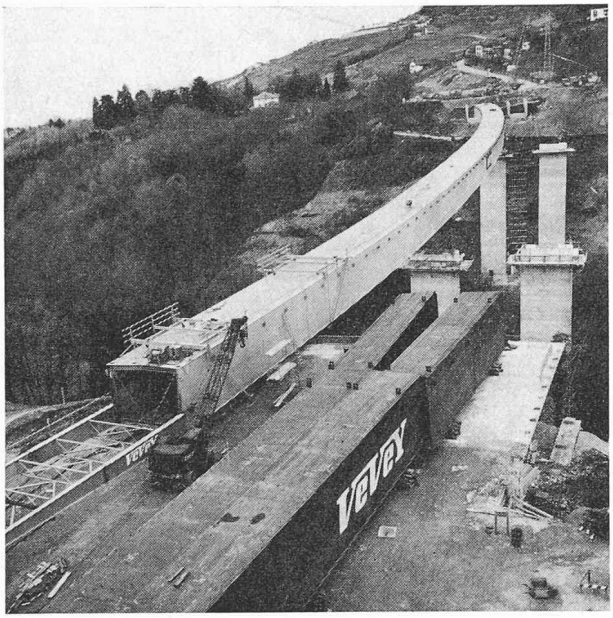

Fig. 5. — Pont aval au dernier stade de lancement et pont amont en cours d'assemblage.

7. Dalle de chaussée

La dalle en béton est liée monolithiquement aux poutres métalliques. Les porte-à-faux latéraux ont chacun 5,0 m. Dans les zones d'ancrage, la dalle a 35 cm d'épaisseur. Elle s'amincit à 20 cm vers les extrémités de porte-à-faux et à 21 cm au milieu des caissons métalliques.

La dalle de chaussée est partiellement précontrainte dans le sens transversal. La valeur de cette précontrainte est de 140 t/m' à l'origine du porte-à-faux. L'ancrage mobile des câbles est situé à l'extrémité du porte-à-faux, l'ancrage fixe à trois mètres de l'encastrement. Sous le poids propre, la précontrainte des porte-à-faux assure la même compression à l'arête supérieure et inférieure de la dalle. Les contraintes de traction n'apparaissent que lorsque les moments dus aux surcharges de circulation dépassent le 75 % de la valeur maximale normalisée. Il est possible de garantir ainsi un comportement transversal de la dalle quasi exempt de fissuration, et d'éviter par une précontrainte appropriée toute déformation élastique ou plastique sous le poids propre à l'extrémité des porte-à-faux.

Dans le sens longitudinal la dalle n'est pourvue que d'une armature passive. Son dimensionnement découle des moments négatifs sur appuis, des sollicitations sous les surcharges mobiles concentrées, des efforts dus au vent et des efforts du retrait et de la température.

L'armature longitudinale est soigneusement adaptée aux variations des efforts. En combinant tous les cas de charge, elle est utilisée au maximum à 2400 kg/cm^2.

La solution la plus économique était d'exécuter la dalle avec du béton coulé sur place, par tronçons de 12 m de long. Le coffrage des porte-à-faux était constitué d'échafaudages mobiles accrochés à la poutre métallique. On bétonna toujours deux travées du pont en même temps afin d'éviter des sursollicitations dans les poutres métalliques, d'une part, et des efforts longitudinaux dans le béton d'autre part. La première précontrainte était introduite par mise en tension de la moitié du nombre des câbles au bout de trois jours, le reste des câbles était tendu dix jours plus tard.

8. Délai d'exécution

Installation du chantier : début 1967.

Mise en service du premier pont (pont aval) : septembre 1968.

Mise en service du deuxième pont (pont amont) : août 1969.

Ingénieurs mandataires :

Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey S.A., en collaboration avec le bureau d'ingénieurs Ch. Menn, à Coire.

Exécutants :

Génie civil et béton : Ed. Züblin & Cie S.A., Lausanne.
Ossature métallique : Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey S.A., Vevey.

L'ouvrage de restitution d'eaux à la Veveyse

par JEAN P. ALIOTH, ingénieur civil EPFL – SIA

1. Introduction

Les études hydrologiques conduites par le Bureau de construction des autoroutes ont amené à dimensionner les collecteurs d'évacuation des eaux de surface en tenant compte en ce qui concerne le tronçon d'autoroute Jordillon-Villeneuve, d'un débit spécifique $r = 285$ l/s/ha, débit correspondant à une pluie exceptionnelle d'une durée de 15 minutes tombant une fois tous les 15 ans.

Les débits collectés sur les voies de circulation, les talus et les zones d'assainissement latérales peuvent atteindre dans ce cas 120 l/s/100 m d'autoroute.

La région comprise entre la Salenche et la Veveyse ne présentant pas d'exutoire naturel utilisable, il était nécessaire de concentrer toutes les eaux de l'autoroute entre Les Gonelles et le pont sur la Veveyse, soit sur une distance de plus de 3 km, et de les conduire suivant le nouveau tracé de la RC 744 jusqu'au carrefour de Champ-de-Ban d'où elles sont restituées à la Veveyse.

Le débit maximum à l'exutoire, compte tenu des apports complémentaires de la RC 744 et de divers chemins AF, est fixé à 6,2 m^3/s, ce débit constituant l'évacuation la plus importante sur la N9.

2. Etude

Le collecteur dit « de concentration » suivant le tracé de la RC 744 débouche en amont du carrefour des Terreaux avec un profil circulaire de diamètre 110 cm — exécution en ductube — et le projet initial prévoyait de prolonger cette canalisation par une coulisse moellonnée devant con-