

# Le pont sur la Medjerdah à Djédeida: un exemple d'ouvrage de moyenne importance en béton précontraint

Autor(en): **Roessinger, F.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **73 (1947)**

Heft 6

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-55126>

## **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

Paraissant tous les 15 jours

## ABONNEMENTS :

Suisse : 1 an, 20 francs

Etranger : 25 francs

Pour sociétaires :

Suisse : 1 an, 17 francs

Etranger : 22 francs

Prix du numéro :

1 Fr. 25

Pour les abonnements

s'adresser à la librairie

F. Rouge & C<sup>ie</sup>, à Lausanne.

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale.

COMITÉ DE PATRONAGE. — Président : R. NEESER, ingénieur, à Genève ; Vice-président : G. EPITAUX, architecte, à Lausanne ; secrétaire : J. CALAME, ingénieur, à Genève. Membres : *Fribourg* : MM. L. HERTLING, architecte ; P. JOYE, professeur ; *Vaud* : MM. F. CHENAUX, ingénieur ; E. ELSKES, ingénieur ; E. D'OKOLSKI, architecte ; A. PARIS, ingénieur ; CH. THÉVENAZ, architecte ; *Genève* : MM. L. ARCHINARD, ingénieur ; E. MARTIN, architecte ; E. ODIER, architecte ; *Neuchâtel* : MM. J. BÉGUIN, architecte ; G. FURTER, ingénieur ; R. GUYE, ingénieur ; *Valais* : M. J. DUBUIS, ingénieur ; A. DE KALBERMATTEN, architecte.

RÉDACTION : D. BONNARD, ingénieur, Case postale Chauderon 475, LAUSANNE.

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE

A. STUCKY, ingénieur, président ; M. BRIDEL ; G. EPITAUX, architecte ; R. NEESER, ingénieur.

Publicité :  
TARIF DES ANNONCESLe millimètre  
(larg. 47 mm.) 20 cts.  
Réclames : 60 cts. le mm.  
(largeur 95 mm.)Rabais pour annonces  
répétées.ANNONCES-SUISSES s.a.  
5, rue Centrale Tél. 2.33.26  
LAUSANNE  
& Succursales.

SOMMAIRE : *Le pont sur la Medjerdah à Djédeïda. Un exemple d'ouvrage de moyenne importance en béton précontraint*, par F. ROESSINGER, ingénieur E.P.L. — *Les communes vaudoises et la loi sur la police des constructions*, par PIERRE QUILLET, architecte D.P.L.E.F. NÉCROLOGIE : *Henri Roche, architecte*. — Société suisse des ingénieurs et des architectes : *Communiqué du Secrétariat*. — Société vaudoise des ingénieurs et des architectes (Section S. I. A.) : *Assemblée générale annuelle*. — BIBLIOGRAPHIE. — SERVICE DE PLACEMENT.

## Le pont sur la Medjerdah à Djédeïda

### Un exemple d'ouvrage de moyenne importance en béton précontraint

par F. ROESSINGER, ingénieur E.P.L.,

chef du Service technique des Entreprises Campenon Bernard, division d'Afrique du Nord.

#### 1. Généralités.

##### Préambule.

Lors de mon dernier séjour en Suisse, j'ai pu constater que toutes les questions relatives aux procédés Freyssinet de précontrainte des bétons, avaient été sérieusement étudiées pendant les années de guerre, aussi bien à Lausanne qu'à Zurich. De nombreux essais ont été effectués afin de préciser et d'étendre les connaissances que l'on possédait déjà sur les caractéristiques des bétons et des aciers utilisés pour la précontrainte. En outre, des publications fort pertinentes ont donné d'utiles éclaircissements sur la manière de calculer un ouvrage et, d'une façon générale, sur quelques-uns des problèmes de résistance des matériaux posés par l'application de cette technique nouvelle.

Cependant, si le béton précontraint paraît être bien connu des milieux techniques de notre pays, il ne semble pas qu'on ait encore songé sérieusement à recueillir les fruits des intéressantes études qu'on lui a consacrées. Les ouvrages exécutés en béton précontraint sont rares et de dimensions réduites. Pourtant la pénurie de ciment et d'acier dont la Suisse, comme beaucoup d'autres pays, a souffert pendant la guerre aurait dû, semble-t-il, inciter les constructeurs à se tourner vers le béton précontraint de préférence au béton armé, le premier permettant, ainsi que chacun le sait, une économie de matériaux indéniable.

Le fait que tel n'a pas été le cas doit être imputé à l'absence d'une technique d'exécution éprouvée, l'économie de matériaux étant alors concurrencée par un renchérissement du prix d'exécution. D'autre part, les autorités responsables ont hésité à s'engager dans une voie prospectée seulement par des expériences de laboratoire. Or, le fossé est large entre le laboratoire et la réalité. Ce fossé a tout de même été franchi dans divers pays, en Afrique du Nord en particulier. Les Administrations algériennes et tunisiennes, avec un esprit novateur auquel il faut rendre hommage, ont nettement pris position en faveur du béton précontraint dès avant la guerre déjà. Elles ont successivement admis l'utilisation de ce nouveau matériau pour des conduites forcées, des supports pour lignes haute tension, des poutres monolithes ou en plusieurs éléments. Affirmer que le coût des ouvrages construits a été inférieur à celui des mêmes ouvrages exécutés en béton armé, ne se justifie pas dans tous les cas, mais il y a toujours eu une économie de matière première très importante. Un résultat reste acquis : la somme des expériences faites pendant huit ans dans le domaine du béton précontraint, sur les chantiers de construction français et nord-africains, a permis la mise au point de bien des détails d'exécution ; elle a accoutumé les ingénieurs à cette nouvelle technique qui permet de concurrencer avec avantage le béton armé ordinaire, non seulement au point de vue des quantités de matière première, mais aussi au point de vue des prix.

Passons maintenant à l'étude du pont en béton précontraint le plus important réalisé en Afrique du Nord : celui de Djédeïda. L'étude technique complète et l'exécution de la superstructure ont été faites par les Entreprises *Campenon Bernard*, concessionnaires des Procédés Freyssinet de précontrainte des bétons, sous l'autorité de M. Mallet, ingénieur en chef du Service des Etudes et Travaux de Tunisie.

*Situation de l'ouvrage et importance des travaux.*

Le village de Djédeïda se trouve à vingt-cinq kilomètres

environ à l'ouest de Tunis, sur la route de Mateur, à l'embranchement de celle de Medjez-el-Bab (fig. 1).

Le pont en pierre d'origine romaine, restauré vers 1700 par Youssef Dey, qui traversait la Medjerdah à Djédeida, ayant été partiellement détruit lors des hostilités, la circulation fut rétablie provisoirement, d'une part par un pont Bailey établi par le Génie anglais, d'autre part par une travée métallique lancée au droit de la zone détruite du pont en pierre.

L'Administration tunisienne ayant décidé de rectifier la route G. P. 7 sur laquelle se trouvait l'ancien pont, le nouveau pont, objet de cette étude, se trouve situé en amont des ouvrages provisoires mentionnés précédemment.

Cet ouvrage a été commencé au printemps 1944. Il est actuellement achevé. Il comprend deux parties :

- un passage supérieur en deux travées de 10 m.
- un pont traversant la Medjerdah, de 75 m de longueur totale, en trois travées : une travée centrale de 50 m et deux travées latérales de 12,50 m.

Un remblai réunit ces deux ouvrages auxquels on accède également par des remblais.

Le passage supérieur a été exécuté par l'entreprise :

*S. O. C. O. M. A. N.* (Société Commerciale et Minière de l'Afrique du Nord). Les culées et la pile ont leur parement en pierre de taille, le tablier est en poutres lancées, en béton armé ordinaire.

Le pont traversant la Medjerdah résulte de la collaboration de plusieurs entreprises, savoir :

Terrassement des rampes d'accès : Entreprises *Chaufour-Dumez* et *Chemin*.

Palplanches : Entreprises *Fourre* et *Rhodes*.

Fondations d'une pile et des culées : Entreprise *S. O. C. O. M. A. N.*

Fondations de l'autre pile, élévation des piles et des culées, tablier du pont par poutres précontraintes et finitions : Entreprise *Campenon-Bernard*.

#### Fondations.

L'exécution des fondations des culées n'a soulevé aucune difficulté. Par contre, il n'en a pas été de même pour les fondations des piles. La pile rive droite a été fondée sur une semelle en béton couronnant quatre puits havés. La pile rive gauche devait en principe être exécutée de la même manière mais le terrain entourant les puits s'étant affaissé, il a fallu bâtir une enceinte de palplanches et bloquer de béton tout l'espace compris à l'intérieur de l'enceinte.

Les piles et les culées sont en béton coffré au moyen de panneaux métalliques Blaw-Knox. Leur exécution n'appelle aucune remarque particulière.

#### Tablier du pont.

Le tablier du pont de Djédeida est une dalle évidée formée par la juxtaposition, suivie de précontrainte transversale, de neuf poutres formées elles-mêmes d'une suite d'éléments mis bout à bout et précontraints longitudinalement. Chaque élément est un tronçon de poutre en I, à ailes égales, de

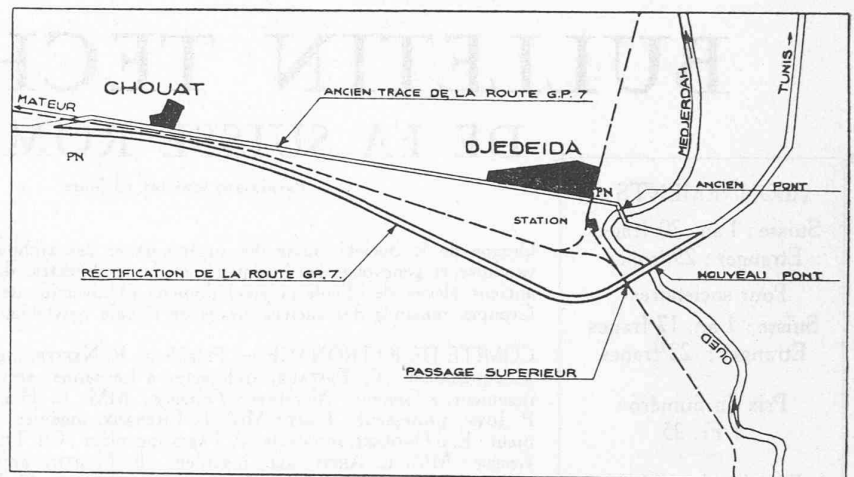


Fig. 1.

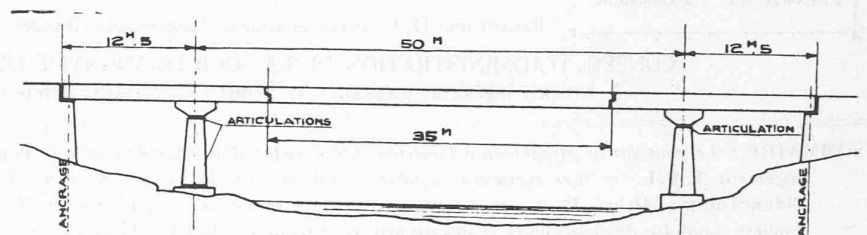


Fig. 2. — Elevation du pont de Djédeida.

1,60 m de hauteur et de 3 m de longueur en moyenne. Les deux faces du tablier-dalle sont donc continues et précontraintes suivant deux directions rectangulaires. (fig. 2 et 3).

Le tablier est du genre cantilever à une seule travée de 35 m de portée. L'entre-axes des piles est de 50 m. La longueur totale du tablier ayant été limitée à 75 m, il en résulte que les deux consoles, de 20 m de longueur, ont toujours tendance à basculer vers l'oued, quel que soit le cas de charge sur le pont. L'ancrage des extrémités des consoles dans les fondations des culées est donc toujours en tension.

#### Bases du calcul.

Le pont a été prévu pour résister aux surcharges indiquées à l'article 33 du règlement ministériel du 10 mai 1927, modifié en date du 29 août 1942. Ces surcharges sont :

soit une série de convois de deux camions de 25 tonnes chacun, placés côte-à-côte, chaque convoi couvrant une aire de 21 m de longueur sur 2,50 m de largeur,

soit une surcharge uniformément répartie de 920 k/m<sup>2</sup>, correspondant à la portée de 35 m.

Cette dernière surcharge est à peu près partout plus défavorable que celle due aux convois. La surcharge de 920 k/m<sup>2</sup>

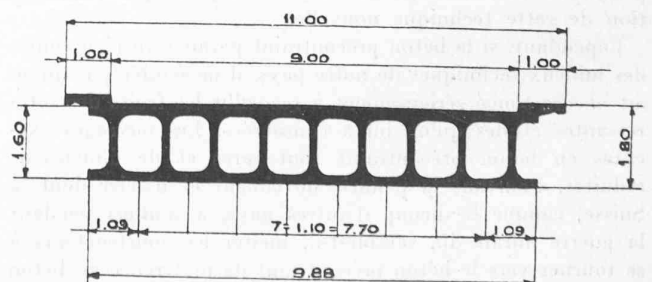


Fig. 3. — Coupe transversale du pont de Djédeida.

est étendue à toute la largeur de la chaussée, laquelle est de 9 m. Les trottoirs portent 400 k/m<sup>2</sup>. Ces valeurs conduisent à une surcharge totale de 9080 kg par mètre linéaire de pont.

*Hypothèses de calcul.*

On a supposé dans le calcul que chaque poutre supportait un neuvième de la charge totale, soit environ une tonne par mètre linéaire.

On a déduit, dans le calcul des moments d'inertie des poutres, la section des gaines circulaires permettant le passage des câbles de précontrainte. Le fait que ces gaines sont injectées après précontrainte est une sécurité supplémentaire dont il n'a pas été tenu compte dans le calcul des contraintes dues aux surcharges.

Il n'a pas été tenu compte non plus du renforcement obtenu du fait de l'adhérence de la couche d'usure à l'aile supérieure des poutres. Cette adhérence existe, du moins au droit du cantilever dont la face supérieure est toujours comprimée, car celle-ci est bouchardée et les taux de cisaillement à son niveau sont très faibles.

**2. Essais préliminaires effectués à Oued-Fodda au cours de l'été 1944.**

Les procédés Freyssinet de précontrainte du béton n'ayant encore jamais été expérimentés à une telle échelle, l'Administration des Travaux publics de Tunisie fit procéder à une série d'essais, principalement à l'usine de Oued-Fodda où les éléments de poutres étaient fabriqués, afin de déterminer la marge de sécurité sur laquelle on pouvait compter. Ces essais ont porté sur cinq points essentiels :

1. Résistance au cisaillement du joint entre les éléments de poutre.
2. Résistance au moment fléchissant aggravé d'effort tranchant de la poutre-console.
3. Résistance à l'effort tranchant des abouts de poutres-cantilever.
4. Permanence de la précontrainte.
5. Résistance au cisaillement de la matière injectée dans les gaines.

Nous allons examiner successivement les résultats obtenus au cours de ces différents essais.

*1. Résistance au cisaillement du joint entre éléments de poutre.*

Ainsi que nous l'avons dit au début, chaque poutre précontrainte est formée d'une suite d'éléments courts mis bout à bout et précontraints longitudinalement. Il était toutefois essentiel de s'assurer par une expérience à l'échelle

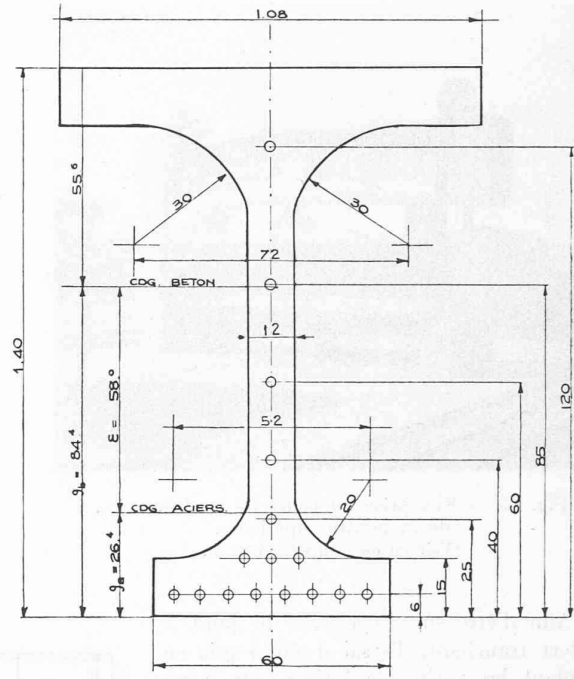


Fig. 4. — Poutre d'essai, juin 1944 : coupe transversale.

*Caractéristiques de la section :*

Aire de béton nette :	=	4 178 cm <sup>2</sup> = 0,418 m <sup>2</sup>
Aire d'acier :	=	52,5 cm <sup>2</sup>
Moment d'inertie :	I =	11 122 000 cm <sup>4</sup> = 0,111 m <sup>4</sup>
Module de résistance, sup. :	W <sub>s</sub> =	200 000 cm <sup>3</sup> = 0,200 m <sup>3</sup>
Module de résistance, inf. :	W <sub>i</sub> =	132 000 cm <sup>3</sup> = 0,132 m <sup>3</sup>
Poids par mètre :	p =	1 074 k/m = 1,074 t/m

grandeur que le joint avait bien la même résistance que la zone courante des éléments.

Les premières poutres étudiées pour le pont de Djédeida avaient une hauteur de 1,40 m. Elles étaient dissymétriques, l'aile inférieure étant plus étroite que l'aile supérieure (fig. 4).

Le coffrage de l'élément courant ayant été exécuté sur ces bases, un certain nombre d'éléments furent coulés afin de permettre la constitution de quelques montages d'essai. Ceux-ci eurent lieu du 28 au 30 juin 1944, au chantier de Oued-Fodda, sous la direction de M. Mallet, ingénieur des Ponts et Chaussées, alors chef du Service des Etudes et Travaux de la Direction des Travaux publics de Tunisie et en présence de M. Drouhin, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, directeur du Service de la Colonisation et de l'Hydraulique en Algérie.

Il y eut deux essais : l'un destiné à éprouver les joints principalement à l'effort tranchant, l'autre surtout au moment fléchissant.

*Premier essai.* — Il a été effectué sur deux poutres formées chacune de deux éléments seulement. Ces deux poutres étaient bridées à leurs extrémités et mises en flexion par un vérin situé entre elles, au droit du joint. La pression à l'intérieur des vérins a été augmentée de 12,5 en 12,5 k/cm<sup>2</sup>. La fissuration s'est produite pour un effort de 193 tonnes correspondant à une pression de 110 k/cm<sup>2</sup>. Elle a été spontanée dans les quatre éléments, suivant une direction peu différente de celle de leurs diagonales.

Ces fissures ne se sont que partiellement fermées après décharge, ce qui s'explique par l'absence de précontrainte verticale.

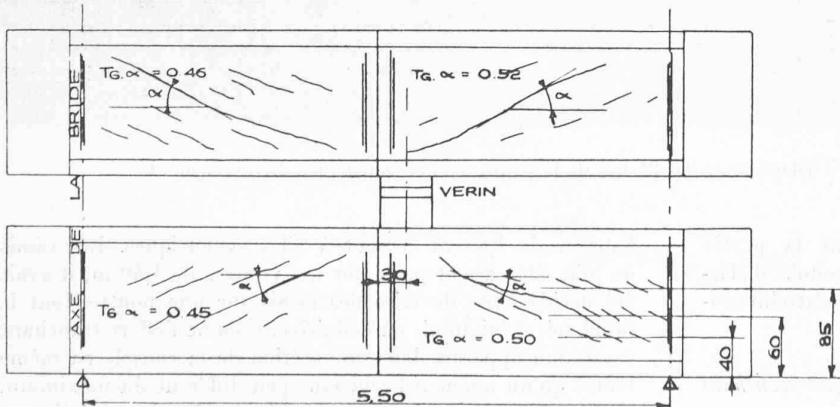


Fig. 5.



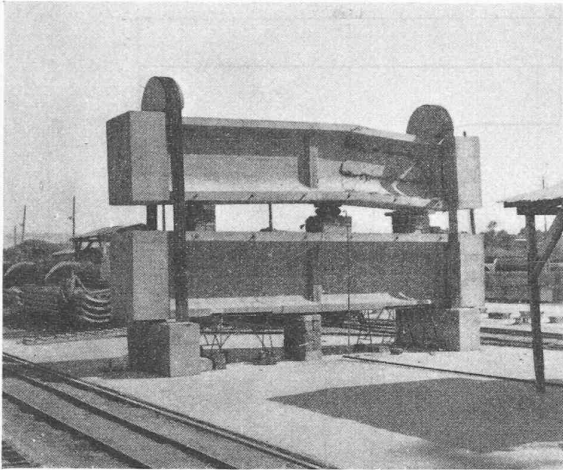


Fig. 6. — Vue prise au cours de la dislocation de la poutre supérieure.  
(Voir en outre figures 4 et 5).

Afin d'être sûr d'éprouver le joint à l'effort tranchant, l'essai a été repris en décalant les vérins de 30 cm. On a pu atteindre un effort de 200 tonnes sans augmentation notable de l'importance des fissures, mais au delà de cet effort celles-ci sont agrandies jusqu'à dislocation complète de la poutre supérieure. On peut dire en conclusion que le joint essayé peut supporter avant fissuration un effort tranchant de 100 tonnes environ (fig. 4, 5 et 6).

*Deuxième essai.* — Il a consisté à charger une poutre constituée par dix éléments à profil dissymétrique. On a atteint une charge de 24 tonnes répartie sur les quatre éléments du milieu de la poutre sans observer l'apparition d'une seule fissure (fig. 7). Cette charge a été maintenue pendant plus d'un mois, au cours duquel l'augmentation de flèche de la poutre due à l'adaptation du béton (déformation lente) est allée en diminuant rapidement. Des essais de charge et décharge sont poursuivis encore à l'heure actuelle sur cette poutre dont la portée est de 28,80 m. Notons en passant que son module d'élasticité, trouvé à l'origine égal à 250 000 k/cm<sup>2</sup>, atteint aujourd'hui environ 400 000 k/cm<sup>2</sup> (fig. 8 et 9).

## 2. Résistance au moment fléchissant aggravé d'effort tranchant de la poutre-console.

Les poutres constituant le pont de Djédeida ont une

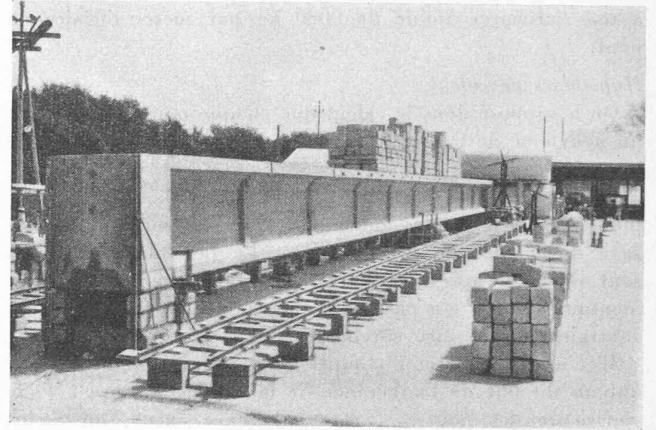


Fig. 9. — La poutre de 28,80 m sous charge (24 tonnes en briques béton).

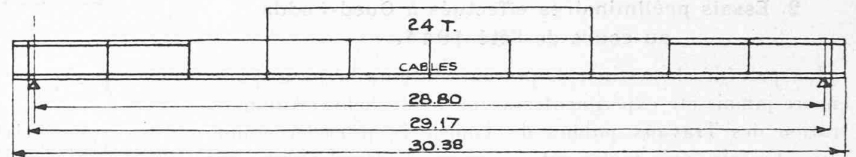


Fig. 7.

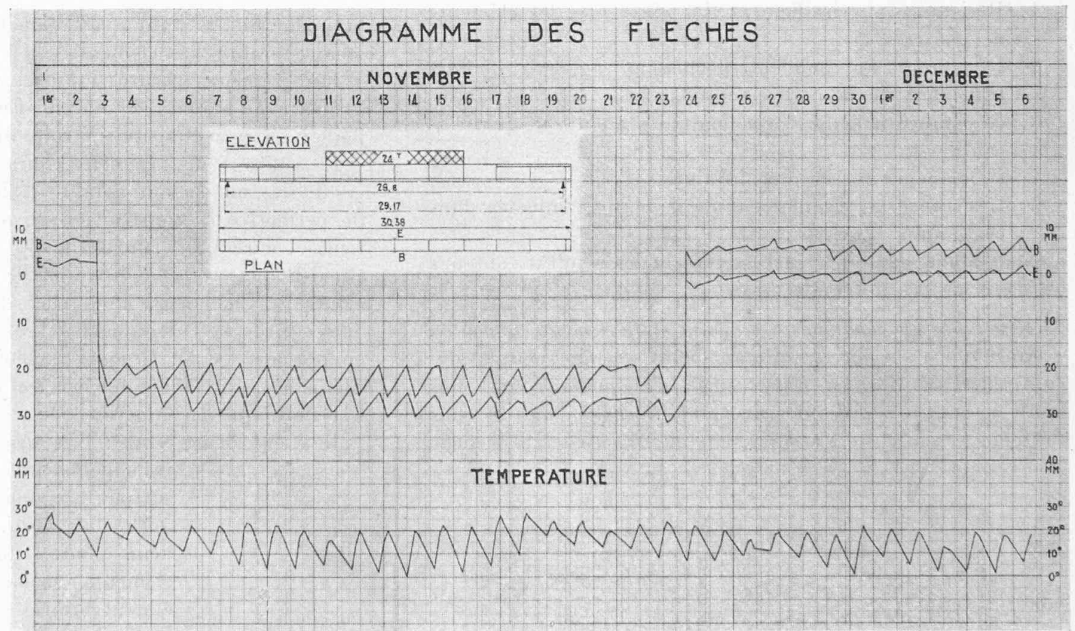


Fig. 8. — Diagramme des flèches de la poutre d'essai constituée de dix éléments.

hauteur de 1,60 m et sont à ailes symétriques. Les essais de juin 1944 ayant porté sur des poutres de 1,40 m, il avait été décidé alors de faire des essais sur une poutre dont le profil soit celui admis en définitive. Comme l'effort tranchant maximum apparaît dans une section de la console en même temps qu'un moment fléchissant peu différent du maximum, il avait été convenu qu'on essaierait simultanément à l'effort tranchant et au moment fléchissant maxima, une poutre

formée de six éléments de console, c'est-à-dire d'âme constamment égale à 18 cm (fig. 10). (L'âme des poutres-cantilever a une épaisseur variant de 12 à 18 cm.)

Dans l'intervalle de temps compris entre fin juin et août 1944, époque à laquelle eut lieu le présent essai, l'entreprise avait construit une fosse d'ancrage, à côté de l'Usine de Oued-Fodda, permettant d'exercer des efforts allant jusqu'à 400 tonnes. La poutre formée de six éléments de console fut donc placée au droit de cet ancrage de manière à réaliser les conditions indiquées. L'effort s'exerçait à 4 m d'un des appuis comme indiqué sur le schéma ci-dessous (fig. 11).

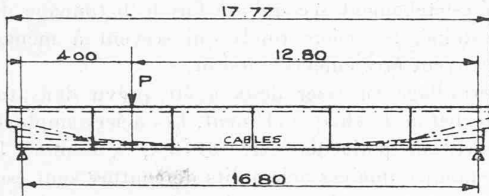


Fig. 11.

Cela étant, la première fissure fut apparue pour un effort de 150 tonnes sur la poutre, correspondant à un moment fléchissant maximum de 500 Tm et à un effort tranchant maximum de 122 tonnes. Cette fissure s'est produite à la face inférieure de la poutre, dans un joint; elle était due à la décompression totale des fibres inférieures de la poutre, suivie de mise en traction.

Les efforts intervenant dans les joints de la console étant au maximum de 350 Tm et 70 T, nous voyons que le coefficient de sécurité à la fissuration est d'environ 1,5 (fig. 12).

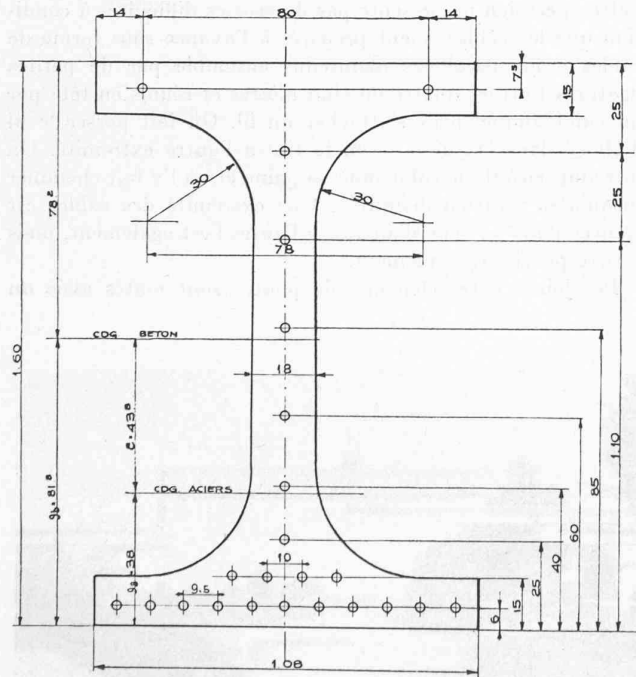


Fig. 10. — Poutre d'essai, août 1944 : coupe transversale.

Caractéristiques de la section :

Aire de béton nette :	=	6 147 cm <sup>2</sup> = 0,615 m <sup>2</sup>
Aire d'acier :	=	78,7 cm <sup>2</sup>
Moment d'inertie :	J =	22 240 000 cm <sup>4</sup> = 0,222 m <sup>4</sup>
Module de résistance, sup. :	W <sub>s</sub> =	284 000 cm <sup>3</sup> = 0,284 m <sup>3</sup>
Module de résistance, inf. :	W <sub>i</sub> =	271 000 cm <sup>3</sup> = 0,271 m <sup>3</sup>
Poids par mètre :	p =	1 700 k/m = 1,70 t/m

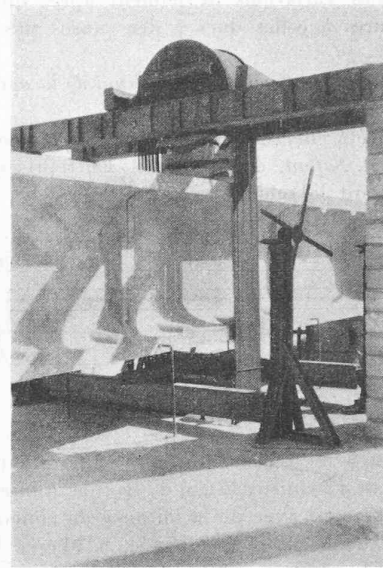


Fig. 12. — Dispositif d'essai de la poutre formée de six éléments de poutre-console.

3. Résistance à l'effort tranchant des abouts de poutre-cantilever.

Dans un pont à travée cantilever, un des points les plus délicats de l'ouvrage est l'appui de la poutre-cantilever sur la zone correspondante de la console.

Les essais effectués à Oued-Fodda les 11 et 12 août 1944 ont montré que l'about représenté ci-dessous donnait toute satisfaction (fig. 13).

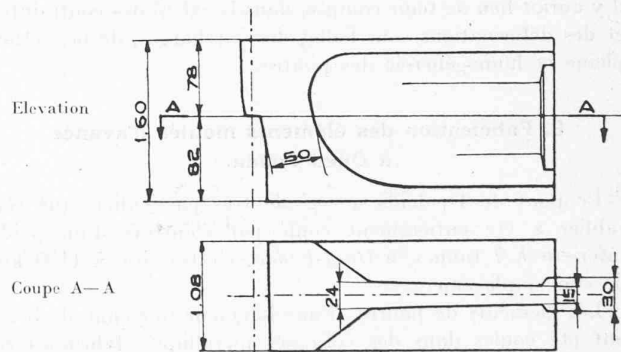


Fig. 13.

4. Permanence de la précontrainte.

Le diagramme annexé (fig. 8), relatif à la poutre à section dissymétrique de 28,80 m de portée dont il a été question ci-dessus, montre que la permanence de la précontrainte est assurée.

Tous les procédés de précontrainte du béton sont basés sur le fait que le retrait différé de celui-ci ne croît pas indéfiniment. De multiples essais, ayant pour but de contrôler cette assertion, ont été effectués en de nombreux pays. Les résultats montrent que le fluage du béton diminue rapidement et tend vers une limite au bout de trois ans environ.

L'entreprise a effectué de nombreux essais sur différentes poutres; les résultats ont toujours été les mêmes: sous l'effet des sollicitations cumulées, dues à la précontrainte et au poids propre, les contreflèches des poutres se sont stabilisées au bout d'un certain nombre de mois. Il est entendu que ces flèches varient encore légèrement pendant une année ou

deux, mais ces variations deviennent après quelques mois déjà, inférieures à celles dues à des causes saisonnières.

### 5. Résistance au cisaillement longitudinal de la matière injectée dans les gaines.

Cet essai a été effectué à *Oued-Fodda* le 21 mai 1945, par MM. Mallet et Safont, directeur des Entreprises *Camponon Bernard*, suivant le schéma ci-après (fig. 14) :

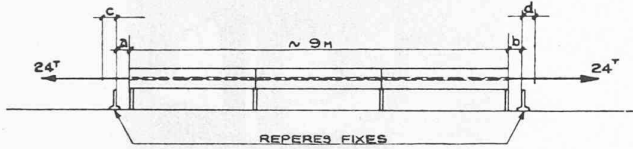


Fig. 14.

Il a consisté à mettre en tension le câble prévu, au centre d'une poutre de 12 cm sur 12 cm de section, à injecter ensuite la gaine à 10 k/cm<sup>2</sup> avec de la laitance de ciment, et, après durcissement de la matière injectée, à libérer le câble de son ancrage. Les mesures effectuées lors de cette dernière opération ont permis de déduire du raccourcissement du béton et de celui de l'acier, la valeur du module élastique moyen du béton, et celle de la précontrainte résiduelle de l'acier. On a trouvé 357 000 k/cm<sup>2</sup> pour le module élastique du béton et 131 k/cm<sup>2</sup> pour sa précompression. La poutre a été essayée à la flexion. Les résultats des mesures de flèches ont été équivalents à ceux qu'on aurait obtenus avec une poutre munie d'un câble coincé dans un culot d'ancrage à chaque extrémité. Les aciers n'ont donc pas glissé par rapport à la paroi de la gaine. Cette constatation est très rassurante et montre que dans un calcul complet du pont, il y aurait lieu de tenir compte, dans le calcul des contraintes et des déformations sous l'effet des surcharges, de la section pleine et homogénéisée des poutres.

### 3. Fabrication des éléments moulés d'avance à Oued-Fodda.

Le pont de Djédeïda a ceci de très particulier, que son tablier a été entièrement coulé par éléments d'un poids inférieur à 7 tonnes, à *Oued-Fodda*, c'est-à-dire à 1100 km de son emplacement.

Les éléments de poutre, d'une longueur moyenne de 3 m, ont été coulés dans des coffrages métalliques fabriqués en

tôle soudée. Le béton employé pour la confection de ces éléments de poutre était un béton à granulométrie Walter, prévibré par petites quantités sur une table vibrante. Le béton est amené par wagonnets jusqu'au droit du coffrage et mis en œuvre à l'aide de pilettes électriques, vibrant à très haute fréquence.

Les gaines sont rectilignes dans un même élément. On les obtient le plus simplement du monde en faisant passer à l'intérieur du coffrage, aux emplacements prévus, des barres d'acier rond de gros diamètre que l'on maintient en rotation durant le coulage du béton. Il suffit d'ailleurs de tourner les barres à l'aide d'une manivelle toutes les deux ou trois minutes pour empêcher la prise de se faire à leur contact. Le béton employé est tellement sec qu'une fois le bétonnage de l'élément terminé, les aciers ronds qui servent à ménager les gaines peuvent être enlevés aussitôt.

Un ferrailage en acier doux a été prévu dans toute la masse du béton de chaque élément. Les aciers employés sont évidemment de petit diamètre ( $\varnothing = 4, 5, 6$  mm). L'expérience a montré que ces aciers dits de couture sont essentiels à la bonne tenue de l'élément lors des manutentions.

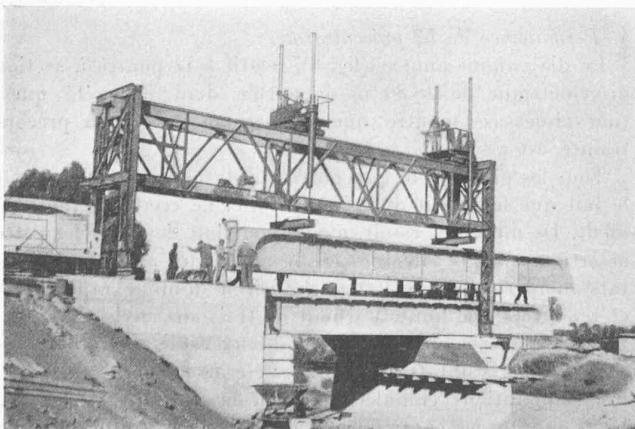
### 4. Construction des poutres sur place et montage du tablier.

Les éléments de poutre, fabriqués à *Oued-Fodda*, ont été transportés par chemin de fer jusqu'à Djédeïda et amenés ensuite à pied d'œuvre par camions.

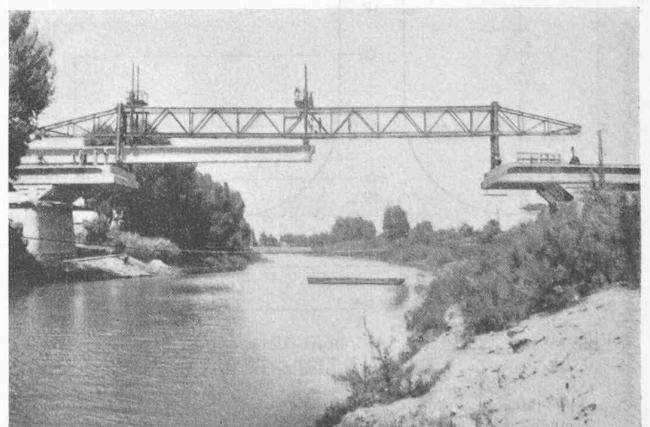
Pour le montage des poutres, on a procédé de la manière suivante :

On a placé bout à bout les éléments constituant une poutre en les appuyant sur des murettes transversales, savoir, une murette au droit de chaque joint entre éléments. La poutre ainsi montée se trouvait toujours dans l'axe de sa position définitive. Cela fait, on a passé les câbles dans les gaines. Cette opération ne présente pas de grosses difficultés à condition que les câbles soient préparés à l'avance sous forme de câbles à fils parallèles maintenus ensemble par de petites ligatures tous les quatre ou cinq mètres et réunis en tête par un culot auquel peut s'attacher un fil. On fait passer le fil d'abord dans la gaine et on le tire à l'autre extrémité. On introduit ensuite le câble dans sa gaine et on l'y fait cheminer jusqu'à sa position définitive. Une extrémité des câbles est coincée dans un cône d'ancrage ; l'autre l'est également, mais à titre provisoire seulement.

Les joints entre éléments de poutre sont matés avec un



Lancement d'une poutre-console.



Lancement d'une poutre-cantilever.

Fig. 15. — Deux aspects de la poutrelle métallique de lancement des ponts.



mortier riche au dosage de 800 kilos de C. P. par  $m^3$ . Il faut compter une journée et demie pour poser les câbles dans les gaines et autant pour mater les joints. Après deux jours de durcissement des joints, on peut procéder à la précontrainte de la poutre, laquelle dure également un jour et demi environ par unité (22 ou 24 câbles).

L'opération de mise en tension des câbles est évidemment la plus délicate. Elle s'opère au moyen d'un vérin spécial qui tire les douze fils d'un même câble à la fois. L'acier dur employé était de l'acier de 5, 9 mm de diamètre, présentant une limite élastique initiale de 40 à 50  $k/mm^2$ , portée par étirage à 80  $k/mm^2$ . La mise en tension avait lieu au taux de 76  $k/mm^2$ .

Mais afin d'annuler la chute de tension des premiers câbles tendus, due à la mise en tension des suivants, l'opération a été faite en plusieurs fois; savoir, mise en tension à 45  $k/mm^2$ , puis de 45 à 76  $k/mm^2$  et reprise à ce dernier taux de tension, à l'autre extrémité de la poutre. Les allongements des aciers ont été mesurés lors de la mise en tension de chaque poutre.

Après cette opération, une équipe se chargeait de l'injection des gaines, effectuée à l'aide d'une laitance de ciment, introduite par pompage sous pression de 12  $k/cm^2$ ; cette opération présentait en outre l'avantage de colmater des fissures de retrait.

*Montage du tablier.* — Celui-ci a été effectué à l'aide d'un engin spécial construit par les ateliers *Durafour*. Il s'agissait d'une passerelle métallique, formée d'un avant- bec, d'une passerelle proprement dite en 4 éléments de 9 mètres et d'un arrière-bec, l'avant-bec et l'arrière-bec servant au lancement de la passerelle elle-même. La partie utile de la passerelle prévue en 4 éléments démontables, pouvait avoir soit 18 soit 36 mètres de portée, suivant qu'on avait à lancer des poutres-consoles ou des poutres-cantilever. Pour le lancement des poutres-consoles, la passerelle prenait appui sur la culée et sur la pile; pour le lancement des poutres-cantilever, elle

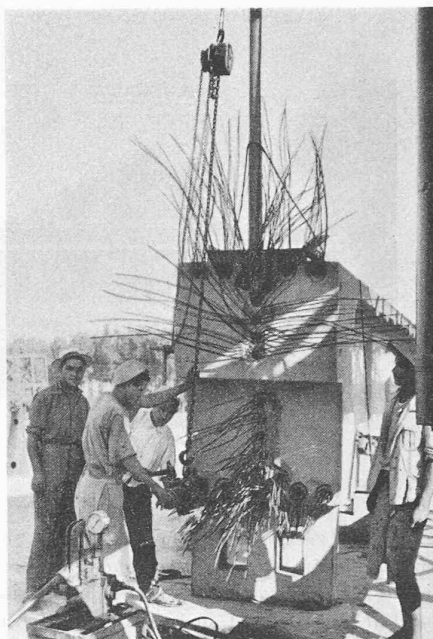


Fig. 16. — Précontrainte d'une poutre.

s'appuyait sur l'extrémité des deux consoles terminées du pont. Ainsi que nous l'avons dit antérieurement, toutes les poutres ont été montées et précontraintes sur l'axe de leur position définitive; il n'y avait donc plus qu'à leur faire subir un mouvement de translation suivant leur axe pour les amener au droit de leur emplacement définitif. La passerelle était donc munie de deux chariots permettant l'accrochage des deux extrémités de la poutre manutentionnée. Une fois la poutre au droit de sa position finale, il ne restait plus qu'à

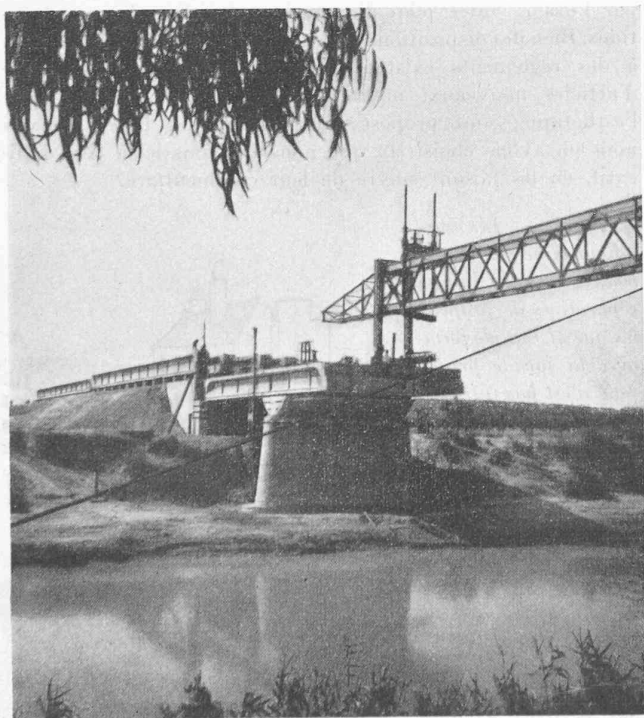


Fig. 17. — Vue de la passerelle de montage en position pour le lancement de la première poutre-cantilever.

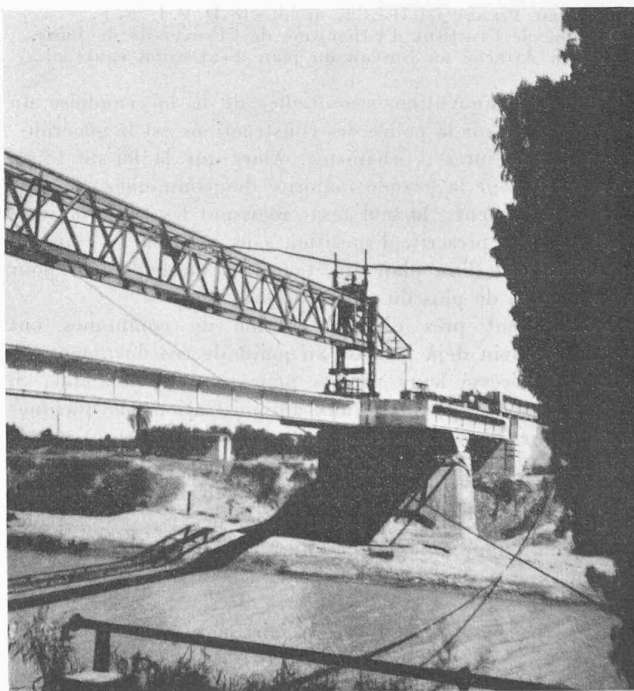


Fig. 18. — La première poutre-cantilever vient d'être déposée à son emplacement définitif.



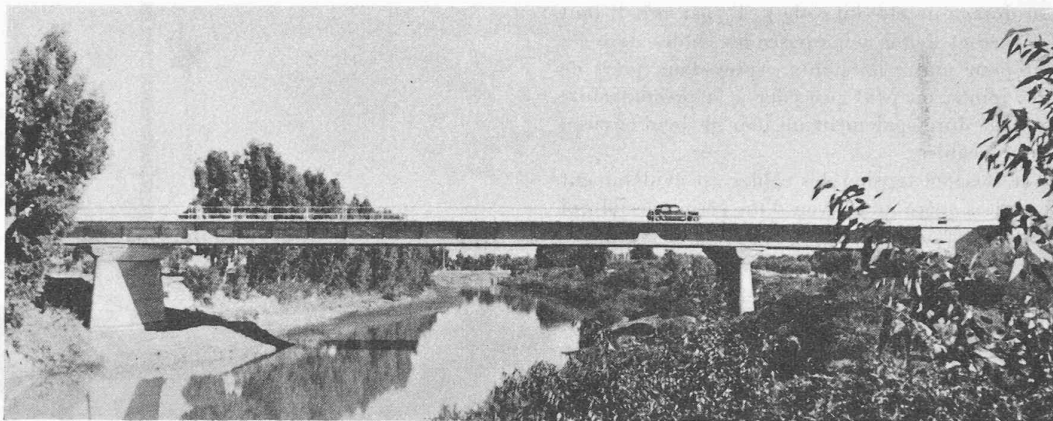


Fig. 19. — Le pont de Djédeida terminé.

la faire descendre, ce qui avait lieu au moyen de vérins à piston plongeur de trois mètres de course.

L'expérience a montré que cette méthode de mise en place des poutres était parfaite et d'une rapidité étonnante. Il suffisait de deux à quatre heures pour amener une poutre de son lieu de fabrication à sa position définitive (fig. 15, 16, 17, 18).

### 5. Conclusions.

Le pont de Djédeida a été ouvert à la circulation à fin 1945. Devant le succès de cette première expérience, l'Administration tunisienne a donné son accord pour l'exécution d'un nouveau tablier de pont en béton précontraint : celui

du pont sur l'Oued Melah, comprenant trois travées de 35 mètres de longueur. Ces travées seront analogues à la travée cantilever du pont de Djédeida, sous réserve de quelques modifications de détail, fruits des expériences faites.

Les Entreprises *Campeon Bernard* procèdent en ce moment, en leur usine de *Oued-Fodda*, au coulage des premiers éléments de poutre destinés à ce nouvel ouvrage. D'autres tabliers de pont en béton précontraint sont en cours d'exécution ou à l'étude en Afrique du Nord. Tout laisse espérer un développement rapide des procédés de précontrainte dans la construction des ponts, ouvrages pour lesquels l'économie de matière, que la précompression des bétons permet de réaliser, est maximum.

## Les communes vaudoises et la loi sur la police des constructions

par PIERRE QUILLET, architecte D. P. L. E. F.  
Diplômé de l'Institut d'Urbanisme de l'Université de Paris.  
I. T. S. Attaché au Bureau du plan d'extension cantonal.

L'une des innovations essentielles de la loi vaudoise du 5 février 1941 sur la police des constructions est la généralisation des mesures d'urbanisme. Alors que la loi de 1898 constituait pour la grande majorité des communes, dépourvues de règlements, le seul texte régissant les constructions, la loi de 1941 prescrit, disposition sans exemple en Suisse, l'établissement d'un plan directeur et d'un règlement pour toute localité de plus de mille habitants.

Actuellement près d'une trentaine de communes ont poussé fort loin déjà la mise au point de ces documents et nous ont adressé leurs projets pour examen préalable. Si pareille étude est familière aux administrations de quelques villes, pour plusieurs communes moins importantes elle offre un certain nombre de difficultés dues à la nouveauté du travail. Pour faciliter celui-ci et pour uniformiser dans la mesure du possible la présentation des nouveaux règlements communaux, le Bureau du plan d'extension cantonal a établi un recueil de prescription accompagnés d'un commentaire illustré<sup>1</sup>.

Il a paru de quelque intérêt de faire connaître cette publication, à l'épreuve depuis deux ans déjà, et qui semble

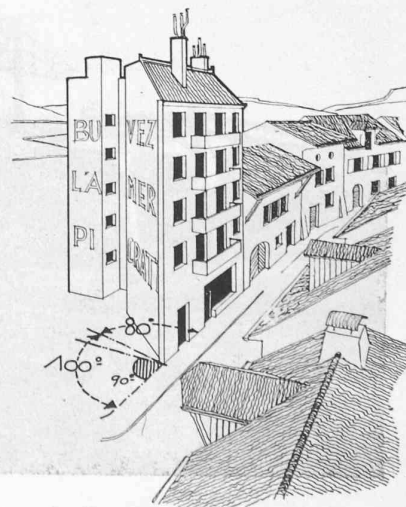
<sup>1</sup> Recueil de prescriptions pour les règlements communaux sur les constructions. Texte et commentaire. 1944. En vente au Service des bâtiments de l'Etat, place du Château 6, Lausanne.

avoir atteint jusqu'ici, dans ses grandes lignes tout au moins, le but qu'on lui avait assigné.

Le plan de ce recueil reprend la distinction, consacrée par l'usage, entre plan d'extension et police des constructions. Bien des dispositions de ces deux parties sont empruntées à des règlements existants. Toutefois un certain nombre d'articles nouveaux, notamment quelques-uns traitant de l'esthétique, sont proposés aux communes. Parmi ceux-ci nous en avons choisi six que nous donnons ici à titre indicatif, en les faisant suivre de leur commentaire.

ART. 12. — *Les murs mitoyens ne sont autorisés le long des limites séparatives de propriétés que si l'angle formé avec la façade principale n'est pas inférieur à 80 degrés ou supérieur à 100 degrés.*

Souvent, le long des voies nouvelles où l'ordre contigu est de règle, des bâtiments s'élèvent isolément et restent ainsi en attente de voisins durant des années. D'autre part, ceux-ci n'étant pas astreints à une hauteur obligée, des murs aveugles ou des portions de murs peuvent subsister fort longtemps.



Art. 12.