

**Zeitschrift:** IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht

**Band:** 5 (1956)

**Artikel:** Nouveaux types d'armature précontrainte

**Autor:** Courbon, J.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-6029>

### 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:** 20.02.2026

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

## **VI b 2**

**Nouveaux types d'armature précontrainte**

**New types of prestressing cable**

**Neue Typen von Vorspannarmierungen**

**Novos tipos de armadura para betão preestratificado**

PROF. J. COURBON  
*Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées*  
Paris

### **A) ARMATURE SOUPLE PRÉTENDUE**

#### **I – Description de l'armature souple prétendue**

L'armature souple prétendue système CHALOS comprend trois éléments essentiels :

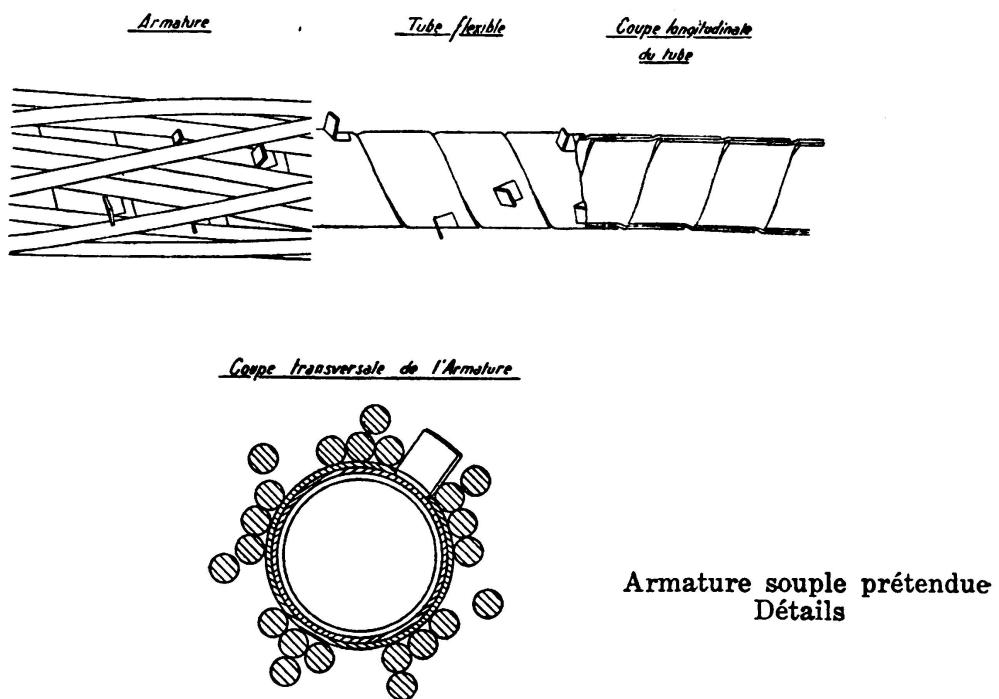
- a) un élément tendu : *la gaine*, formé de torons d'acier tréfilé enroulés en hélice sur un tube en acier flexible.
- b) un support provisoire comprimé, *l'âme*, formé de courts noyaux en acier, capable d'équilibrer la traction de la gaine.
- c) des organes de jonction aux extrémités de l'armature, les *culots*, permettant de reporter la traction de la gaine sur l'âme pendant la construction, puis sur le béton à précontraindre, après extraction de l'âme.

L'armature souple précontrainte est donc capable de conserver une tension constante et connue pendant un temps suffisamment long pour permettre son transport, sa mise en place et le bétonnage des éléments sur lesquels sera reportée sa tension après ducissement du béton.

L'armature souple présente tous les avantages des armatures tendues à l'avance sur ancrages fixes en ce qui concerne l'adhérence au béton et la connaissance précise des forces de précontrainte. Le procédé utilisé pour sa mise en tension permet d'obtenir une tension uniforme le long de l'armature connue avant emploi et susceptible même d'être modifiée avant le bétonnage. Cette uniformité de la tension n'est pas altérée par les

déformations élastiques ou permanentes que l'armature doit subir pour être disposée suivant le tracé prescrit. La robustesse de l'armature, mise en place dans les coffrages avant bétonnage, permet la pervibration dans la masse, au contact même de l'armature. Il en résulte un enrobage total de l'armature, constituant la plus sûre garantie pour sa conservation.

L'armature souple prétendue, bien que se rattachant à la classe des armatures mises en tension sur ancrages fixes avant coulage du béton, ne présente pas l'inconvénient d'immobiliser le moule pendant le durcisse-



Armature souple prétendue  
Détails

ment du béton. Grâce au support provisoire intérieur, le matériel nécessaire à la mise en tension n'est immobilisé que quelques heures par armature. Il serait du reste difficile d'obtenir au moyen d'ancrages fixes, sans dépense excessive, des forces de précontrainte aussi importantes que celles mises en oeuvre par l'emploi simultané de plusieurs armatures souples prétendues (90 tonnes par armature).

La fabrication des armatures souples précontraintes exige des fils d'acier de haute qualité. Enfin, leur mise en oeuvre impose aux armatures des efforts de traction supérieure à ceux qu'elle supporterai en service. Cet exemple assez rare d'un essai total portant sur tous les éléments mis en service sans aucune exception, constitue une amélioration non négligeable du facteur sécurité.

## II – Description des éléments de l'armature souple prétendue

a) *Gaine*: L'élément tendu de l'armature est constitué par deux nappes de torons enroulés en hélice de sens opposé sur un tube support. Les pas et le nombre des torons de chaque nappe sont déterminés de façon que s'équilibrent les couples de torsion de chacune des nappes tendues

- 1) *Les torons:* Les torons sont formés de fils de 2 à 4 m/m de diamètre en acier tréfilé d'une résistance à la rupture de 180/200 kg/mm<sup>2</sup> et d'un allongement de rupture appréciable. La gaine toute entière est écrouie à un taux moyen de 160 kg/mm<sup>2</sup> à 170 kg/mm<sup>2</sup> environ. Cet écrouissage qui se fait progressivement, permet d'obtenir un ensemble dont les défor-

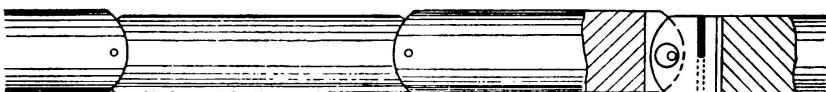
#### Armature souple prétendue Détailles

AME

Vue en plan



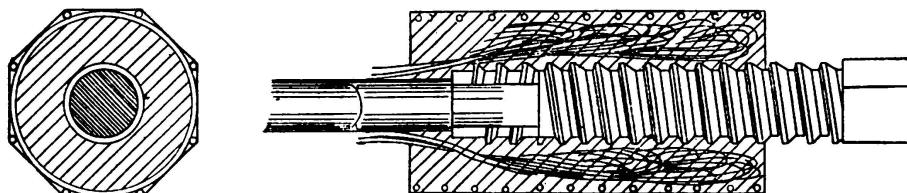
Vue de profil Ame comprimée



Vue de profil au cours d'une extraction



CULOT D'ANCRAGE



mations sont rigoureusement proportionnelles à la tension lorsque le taux de traction de l'acier varie de 0 à 160 kg/mm<sup>2</sup>.

Il est nécessaire qu'il y ait une possibilité de déformation plastique assez importante, pour permettre d'égaliser les tensions dans les différents cablots et d'aboutir à un ensemble homogène. Pratiquement, les fils employés ont un allongement à la rupture de l'ordre de 2 %.

- 2) *Tube support:* Le tube support a un diamètre intérieur de 45,6 mm. Il est flexible et étanche. Pour l'obtenir, on enroule en hélice un feuillard de 80 mm de largeur, en acier doux. Avant son enroulage, le feuillard porte des saillies ou «taquets» obtenues par poinçonnage et qui définissent les hélices d'enroulement des torons.

Les taquets sont, l'autre part, indispensables pour maintenir en place les torons, lorsque l'armature en charge est disposée suivant un tracé courbe. En effet, les taquets empêchent les torons de glisser les uns par rapport aux autres.

b) *Ame*: L'âme est l'organe qui sert à maintenir la tension de la gaine depuis la mise en tension de l'armature jusqu'au moment de mise en précontrainte du béton.

Elle est formée d'une chaîne d'éléments cylindriques en acier dur trempé de 44 mm de diamètre et de 160 mm de longueur. Chaque élément est terminé par deux surfaces cylindriques de 30 mm de rayon. Ces surfaces sont convexes pour un élément (élément mâle) et concaves pour l'élément suivant (élément femelle).

Dans l'armature en charge, les éléments s'appuient les uns sur les autres et chacun d'eux peut éprouver un déplacement angulaire par rapport à un élément voisin en glissant sur la surface d'appui.

Les éléments de l'âme ont un diamètre inférieur au diamètre intérieur du tube. Ce jeu est nécessaire pour une introduction et une extraction faciles. Ce jeu ne nuit en rien à la stabilité de l'armature en charge, ni à sa stabilité pendant les manipulations.

c) *Organes de jonction*: Les organes de jonction aux extrémités de l'armature ont un rôle double: reporter sur l'âme la traction des câbles de la gaine pendant la période de la mise en tension de l'armature à la précontrainte du béton, et ensuite reporter sur le béton durci la tension de la gaine au cas où, pour une raison quelconque, l'adhérence des torons de la gaine au béton à précontraindre ferait défaut.

Les organes de jonction sont des prismes en béton fretté de 0,50 m de longueur et dont la section transversale est un octogone inscrit dans un cercle de 0,21 m de diamètre. Les fils des torons de la gaine sont ancrés dans ce béton qui fait office de culot d'ancrage.

Au moment de la mise en tension de l'armature, la tension des cablots est reportée sur l'âme par un tirefond en acier vissé dans le béton du culot d'ancrage. L'empreinte du tirefond se fait au moment du bétonnage du culot. L'extrémité du tirefond étant légèrement engagée dans le tube support pour éviter toute entrée de mortier dans le tube. On retire le tirefond après prise du béton. Les blocs d'ancrage sont ainsi traversés longitudinalement par un tube d'un diamètre suffisant pour permettre l'introduction et l'extraction des éléments de l'âme.

L'extrémité du tirefond a une section carrée qui permet, soit de le visser pour le mettre en contact avec l'âme soit de le dévisser sous charge pour reporter la tension de l'armature sur le béton en déchargement l'âme.

Le pas et le tracé des filets du tirefond ont été choisis de manière à permettre un dévissage facile du tirefond sous la poussée de l'âme, sans toutefois que celui-soit reversible.

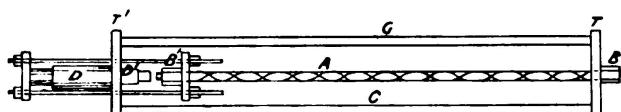
### III – *Mise en tension de l'armature*

La mise en tension de l'armature se fait dans un «banc de mise en tension» à l'aide de deux vérins: l'un servant à tendre les torons et l'autre

plus petit à exercer sur les éléments de l'âme une poussée par l'intermédiaire du tirefond du culot d'ancrage.

Le banc de mise en tension se compose essentiellement de deux poutres parallèles (INP ou ILA) entretoisées et terminées par deux traverses T et T'.

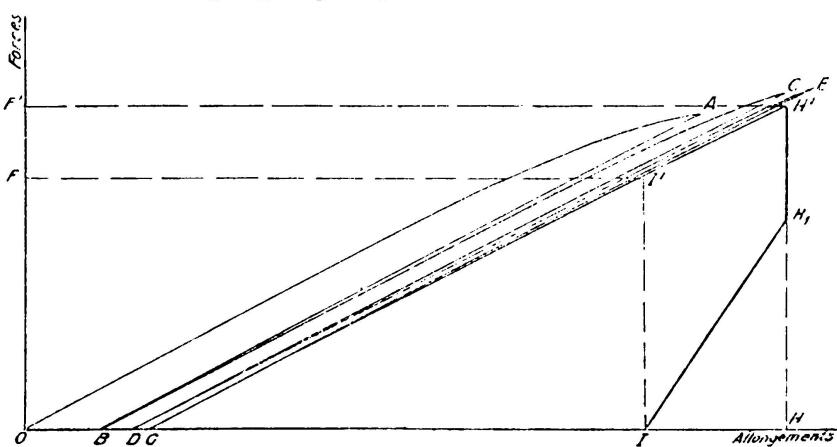
L'armature terminée avec les tirefonds vissés jusqu'au contact de l'âme est placée sur le banc de mise en tension entre les deux poutres C. L'un des culots d'ancrage C est rendu solidaire d'une traverse d'extrémité T. Le deuxième culot d'ancrage est saisi par un palonnier qui reçoit la poussée du vérin D prenant appui sur la traverse d'extrémité T' du banc à travers laquelle passe de palonnier.



Un vérin auxiliaire D' prenant appui sur l'autre face de la traverse T' permet d'exercer une poussée sur l'âme par intermédiaire du tirefond du culot d'ancrage.

Les différentes phases de l'opération sont les suivantes :

- Ecrouissage de l'armature à l'aide du vérin D. On soumet l'armature à une série d'extensions dépassant la limite élastique des aciers, suivies de décharges complètes jusqu'à ce que les allongements de l'armature et les efforts auxquels elle est soumise soient proportionnels de zéro à une valeur correspondant à une contrainte moyenne des torons de  $160 \text{ kg/mm}^2$ . Les cycles correspondants représentés sur le diagramme sont : OAB, BCD, DEG.
- L'armature étant devenue un système élastique, on tend l'armature à une tension F' intérieure au domaine élastique. L'opération se traduit sur le graphique par la droite G H'.



- A l'aide du vérin D' on exerce sur l'âme une compression Q par l'intermédiaire du tirefond qui est vissé au fur et à mesure que la poussée du vérin D' augmente. La compression de l'âme est à chaque instant très sensiblement égale à la poussée du vérin D', le vissage du tirefond ne pouvant se faire que si la différence

entre la compression et la poussée est très faible. On effectue ainsi une substitution d'appui de la tension de la gaine sans variation de cette tension, ce qui se traduit sur le graphique par la droite verticale H H'.

- d) On décharge ensuite lentement le vérin D. La tension de la gaine décroît de la valeur  $F'$  à la valeur F tandis que la compression de l'âme augmente de la valeur Q à la valeur F. C'est la partie H, I du graphique.

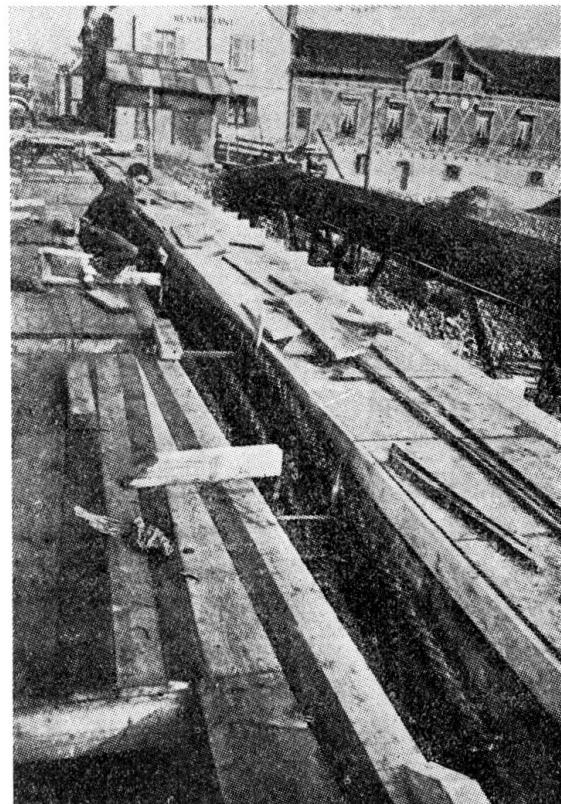
La tension finale de l'armature est donnée par l'ordonnée I I'.

#### B) OUVRAGES CONSTRUITS AVEC EMPLOI D'ARMATURE SOUPLE

##### *Pont sur la Fecht à Ingersheim (Haut-Rhin)*

Ce pont a été construit en 1950 et a permis pour la première fois, l'emploi de l'armature souple prétendue. C'est pour cette raison que les caractéristiques choisies n'ont rien d'exceptionnellement osé.

Il est constitué par deux travées continues de 24,50 m de portée. Sa hauteur constante d'une culée à d'autre est de 1,62 m. Il supporte une chaussée de 6 m et deux trottoirs de 1,50 m, de largeur.



Pont d'Ingersheim. Courbure des armatures de précontrainte sur

##### *Pont sur le Canal du Loing à la Genevraye (Seine-et-Marne)*

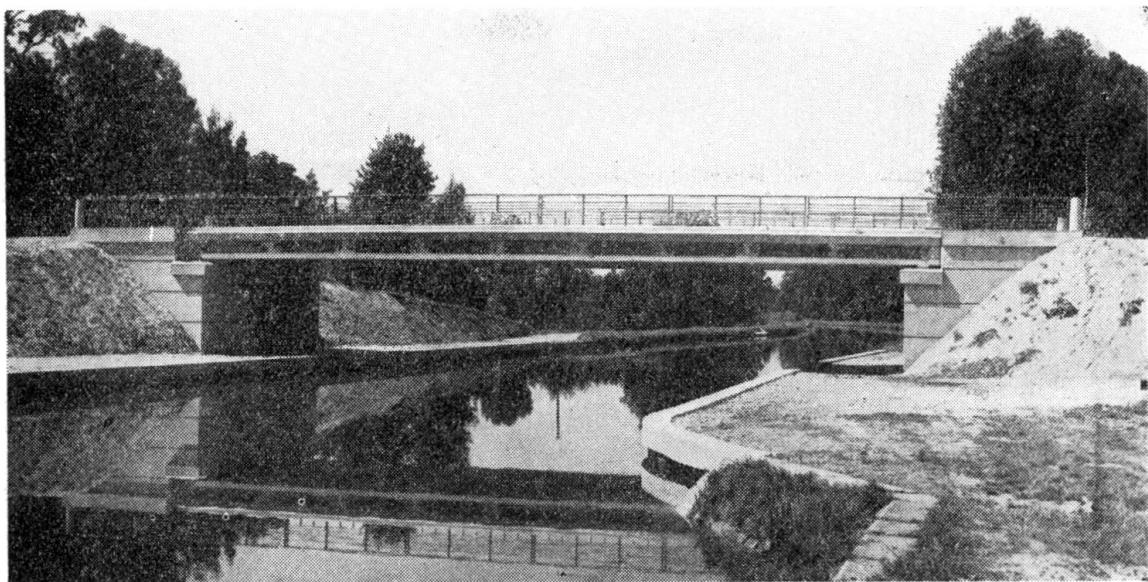
Cet ouvrage est un pont dalle de 24 m de portée dont l'épaisseur varie de 0,79 m sur les culées à 0,85 m à la clé. L'éclancement est de 1/28.

Il supporte une chaussée de 5,50 m et deux trottoirs de 1 m.

Il est précontraint dans le sens longitudinal et dans le sens transversal par des armatures souples prétendues. Les culots d'ancrage des armatures transversales sont visibles sur la photographie.

##### *Pont sur la Seine à Chartrettes (Seine-et-Marne)*

C'est un cantilever à articulation centrale dont les portées sont 29,46 m, 55,68 m et 29,46 m. Il a été construit sur les piles et culées



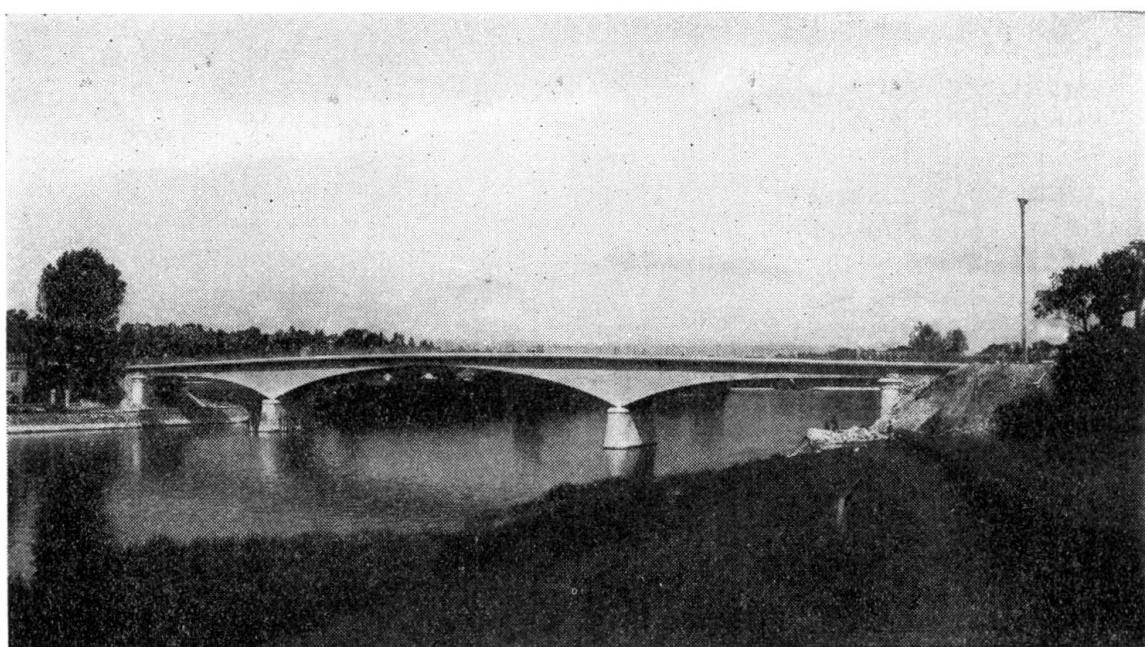
Pont de la Genevraye sur le Canal du Loing

existantes, ce qui a nécessité la construction de contrepoids aux extrémités des travées de rive.

Le tracé de l'intrados a été déterminé en fonction des gabarits de navigation imposés pendant et après la construction.

Il supporte une chaussée de 6 m et deux trottoirs de 1 m.

Les deux poutres consoles ont été construites l'une après l'autre en remployant le même cintre. Elles ont été réunies après mise en précon-



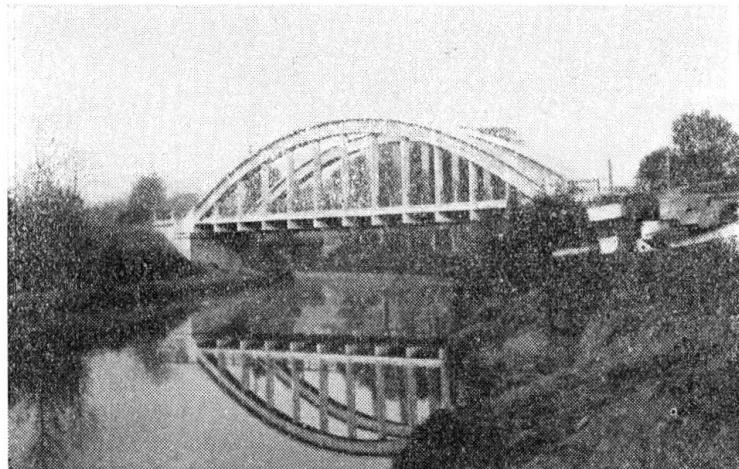
Pont de Chartrettes, sur la Seine

trainte par l'articulation centrale qui ainsi ne subit d'efforts que sous les surcharges.

*Pont sur le Canal de Nantes à Brest Redon (Ille & Vilaine)*

Cet ouvrage est un bow-string de 42,50 m de portée.

Les deux arcs sont en forme de double T dont la hauteur est de 1,30, les âmes et les ailes ayant la même épaisseur 0,25.



Pont sur le Canal de Nantes à Brest à Redon  
(Ille & Vilaine)

droit de l'arc. Les cisaillements longitudinaux dans la dalle sont ainsi réduits à une valeur extrêmement faible.

Les culées sont fondées sur le schiste à faible profondeur.

*Pont sur la Garonne à Ondes (Hte Garonne)*

L'ouvrage est constitué par cinq travées indépendantes de 39,20 m de portée, la hauteur des poutres est de 2,35. La dalle sous chaussée et trottoirs est supportée par 4 poutres longitudinales réunies par sept entretoises est précontraintes chacune par six armatures souples.

Les piles et culées sont fondées sur des caissons descendus par havage sur le tuf dur. Les caissons des culées sont en béton armé. Les caissons des piles sont à double paroi métallique.



Pont d'Ondes sur la Garonne

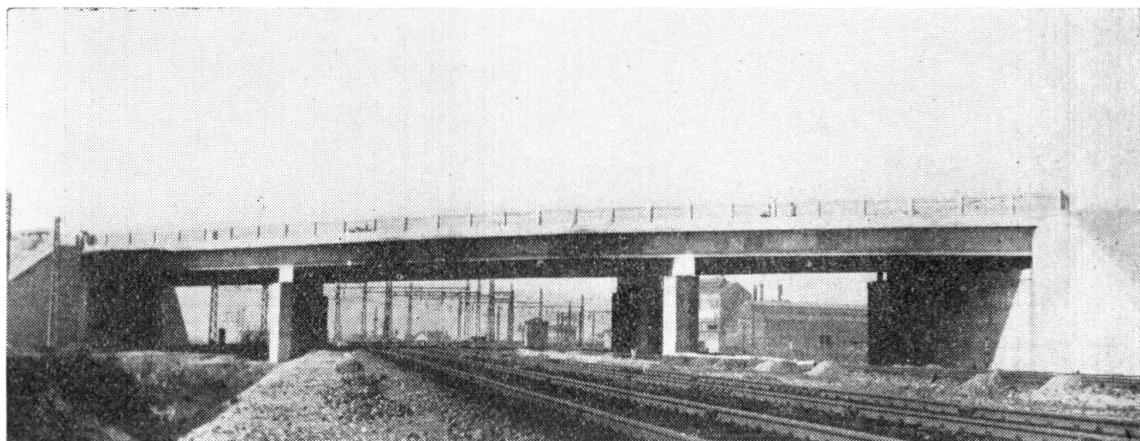
ques. Ils ont été mis en place au blondin et lestés par du béton coulé entre les deux parois.

L'ouvrage a été construit sur cintre en bois à l'avancement.

*Pont sur le Boulevard de Ceinture à St Fons — Lyon (Rhône)*

L'ouvrage comprend trois travées continues dont les portées biaises sont 23,80 – 36,50 – 23,80. La largeur totale de l'ouvrage est de 25,50 m. Il est coupé dans le sens longitudinal par un joint placé dans l'axe de l'ouvrage. L'angle du biais est de 42° 35'.

Chaque moitié supporte une chaussée de 8 m, un trottoir extérieur de 2,75 m et un trottoir central de 2 m. L'ouvrage est du type caisson,



Pont sur le Boulevard de Ceinture à St Fons — Lyon (Rhône)

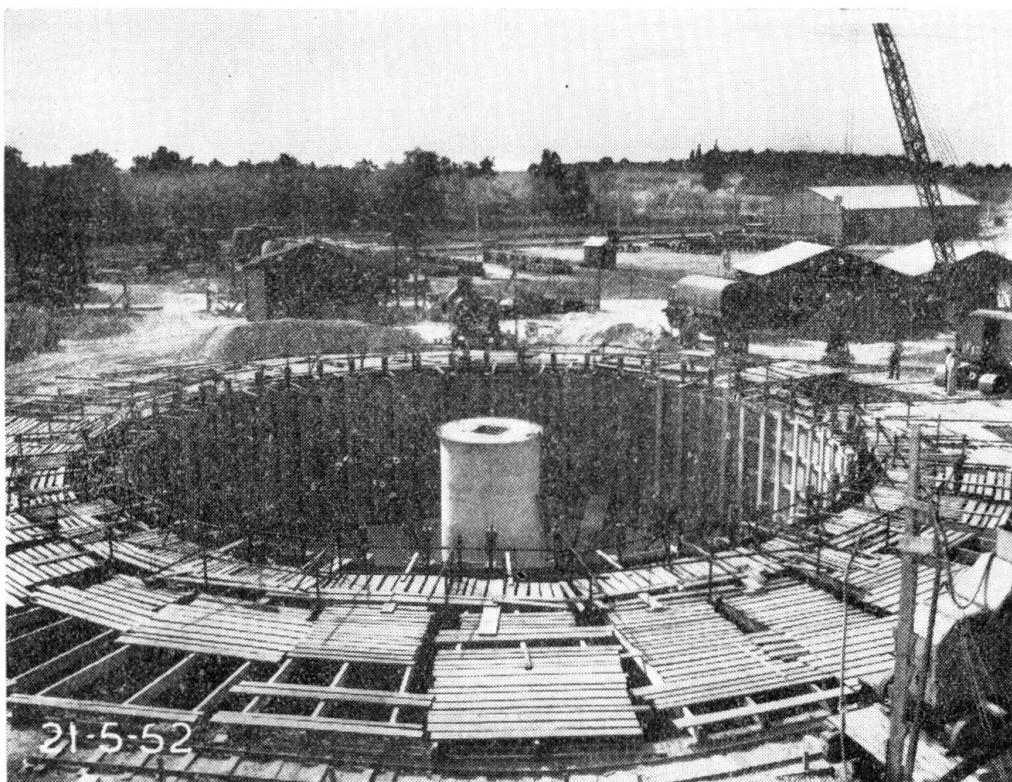
la dalle supérieure ayant une épaisseur de 0,18 m et la dalle inférieure une épaisseur de 0,07 m. Les deux dalles sont réunies par six poutres longitudinales précontraintes chacune par six armatures souples en travée de rive. Des entretoises espacées de 6 m environ réunissent les poutres transversalement. Elles sont armées par des aciers doux ordinaires.

Par suite du biais, l'ouvrage n'a qu'un seul point fixe, les autres appuis ayant des articulations sphériques.

*Réservoir à hydrocarbures (Maître de l'oeuvre Marine Nationale)*

C'est un réservoir de 2 700 m<sup>3</sup> pour hydrocarbure de forme torique. La paroi cylindrique extérieure est précontrainte par des armatures verticales et horizontales en forme de demi-cercle. La partie supérieure et la partie inférieure sont des calottes toriques qui s'appuient sur un pilier central et la paroi cylindrique extérieure.

Ce réservoir a subi avec succès les essais d'étanchéité à l'eau et aux hydrocarbures avec suppression de 400 g/cm<sup>2</sup> et dépression de 20 g/cm<sup>2</sup>. Il est actuellement en service.

Réservoir à hydrocarbures de 2700 m<sup>3</sup>

### C) NOUVELLE ARMATURE DE PRECONTRAINTE

La SOCIETE DES GRANDS TRAVAUX DE MARSEILLE a mis au point un nouveau type d'armature de précontrainte mise en tension sur le béton durci.

Ces armatures sont constituées par des torons d'acier tréfilé dur maintenus en tension par des ancrages métalliques d'un type breveté.

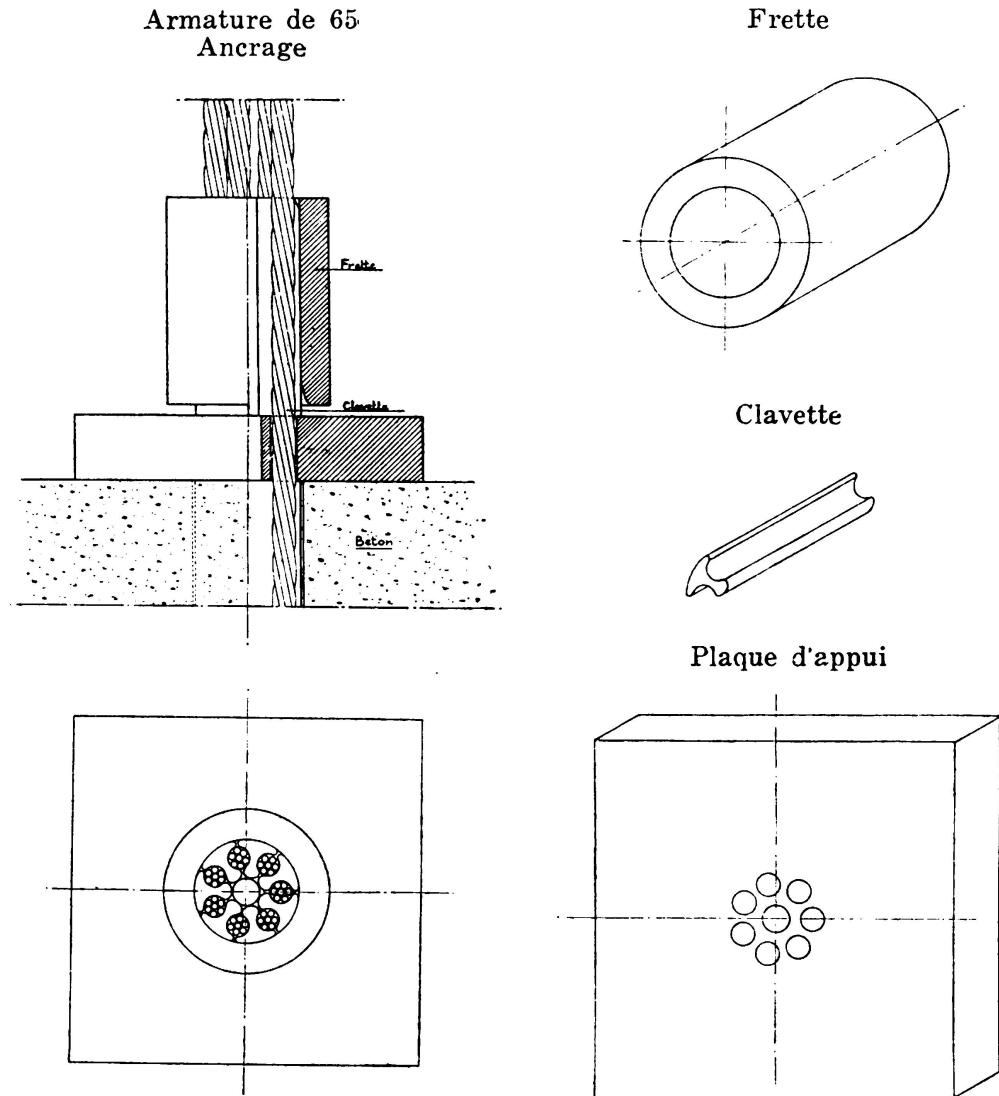
#### *Acier de précontrainte*

Les armatures sont constituées par un certain nombre de torons de 7 fils, dont le diamètre peut varier de 3 à 3,6 mm. Le nombre de torons est déterminé par la force que l'on désire obtenir. Les deux types principaux d'armatures comprennent 4 et 7 torons. Une armature de 4 torons de 7 fils de 3,6 permet une tension initiale de 35 t. Une armature de 7 torons de 7 fils de 3,6 permet une tension initiale de 65 t.

Dans les deux cas, ces torons sont câblés ensemble de façon à obtenir un ensemble n'ayant aucune tendance à un écrasement. Le câble obtenu présente cependant une très grande souplesse et permet les tracés les plus sinueux. L'acier employé pour les torons est de l'acier tréfilé de la nuance 160/180 ou même 180/200.

*Ancrages de l'armature (voir dessin)*

L'ancrage est un organe métallique constitué par une frette cylindrique maintenant des clavettes en acier mi-dur serrées sur les torons. A la mise en tension, les clavettes sont matricées sur les torons par la frette cylindrique extérieure. Les clavettes reportent la tension des fils



sur le béton par appui sur une plaque d'acier permettant la répartition des pressions sur une surface suffisante.

Les clavettes, dont le nombre pour un ancrage donné est égal au nombre des torons, sont profilées suivant une surface cylindrique d'un diamètre légèrement inférieur à celui des torons et pour la face extérieure suivant une surface cylindrique également.

La frette est un cylindre creux dont la partie inférieure présente un évasement torique permettant l'introduction des clavettes. Elle est enfoncée à force et exerce alors un serrage suffisant pour entraîner une pénétration des fils torons dans le métal des clavettes.

## *Mise en tension de l'armature*

L'armature est mise en tension par traction à ses extrémités au moyen de vérins annulaires à deux corps opposés. Les torons de l'armature sont enfilés dans le tube intérieur du vérin et ancrés à la partie arrière du vérin par un ancrage provisoire.

La mise en tension s'effectue en prenant appui sur le béton durci à précontrainte. Le corps arrière du vérin tend les câbles tenus dans l'ancre provisoire. Après écrouissage et tension à la valeur désirée, la frette est enfoncee sur les clavettes qui occupent déjà leur fonction définitive par le corps avant du vérin. A l'écrouissage, la tension des torons est portée à  $150 \text{ kg/mm}^2$ , après plusieurs montées à des valeurs inférieures et descente complète. Ces opérations ont pour but d'égaliser des tensions entre les différents torons de l'armature. Après avoir été maintenue pendant quelques minutes à  $150 \text{ kg/mm}^2$  environ, la tension est ramenée à la valeur désirée.

Après mise en tension, on injecte un coulis de ciment dans la gaine occupée par l'armature, par l'intermédiaire d'un orifice transversant l'organe d'ancre.

## *Qualités de l'armature*

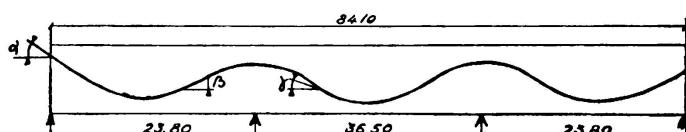
En dehors de ses qualités de robustesse, de facilité d'emploi et d'économie, l'armature présente trois caractéristiques essentielles :

- Absence totale de glissement de l'armature dans son ancrage au moment de la mise en tension ;
  - Coefficient de frottement très faible (inférieur à 0,08) ;
  - Possibilité de mise en précontrainte par tronçons en laissant aux câbles la longueur nécessaire pour la mise en précontrainte définitive.

On peut montrer l'absence de glissement de l'armature dans son ancrage au moment de la mise en tension de la manière suivante : la frette cylindrique extérieure est bloquée sur les clavettes par le corps avant du vérin. Si on place entre la frette et le vérin une plaque d'un diamètre légèrement inférieur au câble de précontrainte, le câble est érrafflé en surface par cette plaque et on mettrait en évidence s'il existait le déplacement relatif des fils et des clavettes.

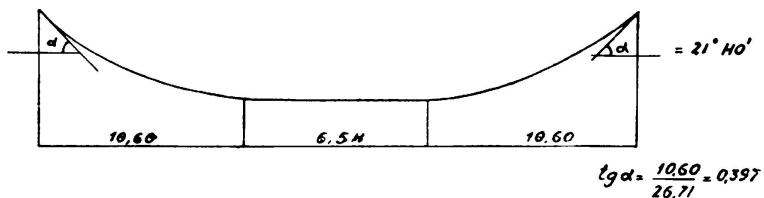
Diverses expériences ont été faites pour déterminer la valeur du coefficient de frottement. On s'est servi pour ces expériences du tube support d'armature souple prétendue décrit par ailleurs. Ces armatures avaient été utilisées pour la précontrainte d'ouvrages d'art. Les expériences ont été faites avant l'injection de ces armatures.

La première expérience a eu lieu au pont de St Fons, ouvrage à trois travées continues. Le tracé de l'armature était le suivant:



Longueur totale ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ...	84,10 m
Somme des angles en valeur absolue ... ... ... ... ...	93° 44'
Rapport moyen des tension entre les manomètres placés à chaque extrémité après correction ... ... ... ...	0,93
Valeur du coefficient de frottement ... ... ... ...	0,045

La seconde expérience a eu lieu au Pont d'Ondes, sur la Garonne. Le tracé de l'armature était le suivant:



Longueur totale ... ... ... ... ... ... ... ... ... ...	27,74 m
Somme des angles en valeur absolue ... ... ... ...	43° 20'
Rapport moyen des tensions entre les manomètres placés à chaque extrémité après correction ... ... ... ...	0,94
Valeur du coefficient de frottement ... ... ... ...	0,08

La valeur très faible de ce coefficient est due en grande partie à la conception même de l'armature. L'emploi de torons câblés formant un ensemble robuste facilite un glissement l'armature n'étant en contact avec la gaine que par points. L'ensemble des torons n'a pas tendance à s'écraser dans les parties courbes.

La troisième qualité de cette armature est la possibilité qu'elle procure de mettre en précontrainte un élément par tronçons pouvant servir à l'assembler sur un autre tronçon. Il suffit pour cela de laisser au câble une longueur suffisante, au-delà de l'ancre provisoire sur le vérin. On voit toutes les ressources que procure cette possibilité pour la préfabrication.

Enfin, employée simultanément avec l'armature souple prétendue, elle permet d'obtenir des unités de l'ordre de 150 t dans un espace très réduit et d'une manière très économique, le tube support de l'armature souple procurant une gaine gratuite à cette nouvelle armature.

#### RÉSUMÉ

La «Société des Grands Travaux de Marseille» a mis au point deux systèmes d'armature de précontrainte.

L'armature souple prétendue (système «chalos») qui comprend trois éléments essentiels :

- un élément tendu, la gaine, formé de torons d'acier tréfilé, enroulés sur un tube,
- un support provisoire comprimé, l'âme, formé de courts noyaux d'acier,
- des organes de jonction aux extrémités, les culots.

Les avantages sont: l'adhérence parfaite au béton, la connaissance précise des forces de précontrainte, l'uniformité de la tension le long de l'armature qui est conservée quelles que soient les déformations imposées à l'armature pour obtenir la tracé prescrit.

La fabrication et la mise en place des armatures ne fait appel qu'à un matériel simple et immobilisé peu de temps.

De nombreux ouvrages construits avec ce type d'armature sont en service et donnent entière satisfaction.

Un second type d'armature de précontrainte qu'on met en tension en prenant appui sur le béton à précontraindre est constitué par des torons d'acier tréfilé, ancrés par matriçage de clavettes à l'intérieur d'une frette cylindrique.

Les qualités sont notamment:

- l'absence totale de glissement de l'armature dans son ancrage au moment de la mise en tension,
- un coefficient de frottement très faible (inférieur à 0,08).

Ces deux types d'armatures peuvent être utilisés simultanément, le tube de l'armature souple procurant une gaîne gratuite à la seconde.

#### S U M M A R Y

The «Société des Grands Travaux de Marseille» has devised two new types of prestressing cables.

One of them is the «pre-tensioned flexible reinforcement» with three basic components:

- a stretched element or «sheath», composed of wiredrawn steel strands twisted around a tube,
- a temporary compressed support or «core» composed of short steel stubs,
- end anchorages.

It insures an excellent steel-concrete bond, an exact knowledge of prestressing forces and a uniform tension along the cable, whatever its shape in the structure.

Manufacturing and installation requires only a simple equipment in use for a short time.

There are many structures in service built by this process, their behaviour being very satisfactory.

The other type of reinforcement, which is prestressed by using the concrete as a support, is composed of wiredrawn steel strands, anchored by steel keys in a cylindrical end-piece.

It is completely slip-proof at the anchorage at prestressing and its friction coefficient is extremely low, inferior to 0,08).

Both types of reinforcement can be used simultaneously, the tube of the flexible cable then becoming a sheath for the second.

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Société des Grands Travaux de Marseille hat zwei Systeme von Vorspannarmierungen herausgebracht.

Die biegsame Armierung mit vorausgehender Vorspannung, die aus drei Hauptteilen besteht:

- ein gespannter Teil, ein «Kabel», bestehend aus Litzen von gezogenem Stahldraht, die auf einer Röhre aufgewickelt sind,
- eine Stahl-Kern als vorübergehende, gedrückte Abstützung aus kurzen Stücken,
- die Verbindungsteile an den Enden, die Anker.

Die Vorteile sind die folgenden: die vollkommene Haftung mit dem Beton, die genaue Kenntnis der Vorspannkräfte, die Gleichförmigkeit der Spannung längs der Armierung, die unabhängig von all den für die vorgeschriebene Linienführung der Armierung auferlegten Abbiegungen, erhalten bleibt.

Die Herstellung und Montage der Armierung verlangt nur einfache, Kurzfristig verwendete Hilfsmittel.

Zahlreiche Bauwerke mit diesem Vorspannsystem stehen heute zur vollen Zufriedenheit im Gebrauch.

Ein zweiter Typ einer Vorspannarmierung, die unter Abstützung gegen den vorzuspannenden Beton gespannt wird, besteht aus gezogenen Stahldraht-Litzen, die mit Keilen im Innern eines zylindrischen Stahlrings verankert werden.

Die Merkmale sind im besondern:

- das vollständige Fehlen eines Gleitens der Armierung in der Verankerung im Zielpunkt der Vorspannung.
- ein sehr kleiner Reibungskoeffizient (kleiner als 0,08).

Diese zwei Armierungstypen können auch gemeinsam verwendet werden, indem das Rohr der biegsamen Armierung als Hülle für die zweite dient.

### R E S U M O

A «Société des Grands Travaux de Marseille» elaborou dois novos tipos de armaduras para betão preefornçado.

Pode citar-se em primeiro lugar a «armadura flexível em pré-tensão» que compreende três elementos essenciais:

- um elemento em tensão, ou «bainha», formado por fios de aço trefilados enrolados em torno de um tubo,

- um suporte provisório comprimido ou «alma» formada por curtos cilindros de aço,
- órgãos de união nas extremidades ou ancoragens.

Este tipo de armadura permite garantir uma aderência perfeita com o betão, o conhecimento exacto das forças de pré-tensão e a uniformidade da tensão ao longo do cabo, que se mantém sejam quais forem as deformações impostas à armadura para seguir o traçado prescrito.

A fabricação e a colocação das armaduras exigem apenas um material simples e imobilizado durante tempo.

Numerosas obras construídas por este processo estão já em serviço, e o seu comportamento tem sido satisfatório.

O outro tipo de armadura, que é preesforçada tomando apoio sobre o betão, é constituído por fios de aço trefilados, fixados por chavetas num cilindro fretado.

Este tipo de armadura garante uma ausência total de escorregamento na ancoragem quando é posta em tensão e um coeficiente de atrito muito baixo (inferior a 0,08).

Os dois tipos de armadura podem empregar-se simultâneamente, formando o tubo da armadura flexível bainha para o segundo tipo.