**Zeitschrift:** IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen

**Band:** 6 (1970)

**Artikel:** Mesures de déformations faites pendant la construction d'un pont en béton précontraint par encorbellement

**Autor:** Bourdelles, Yves le

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-7775

**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:** 12.12.2025

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

# Mesures de déformations faites pendant la construction d'un pont en béton précontraint par encorbellement

YVES LE BOURDELLES
Société Europe – Etudes
France

## 1.) Mesures effectuées au pont sur l'Oise, autoroute A1

1.1 La structure du pont étudié comporte une poutre-caisson à trois âmes de 82 m de portée solidaire de deux travées courtes formant contrepoids d'équilibrage (Fig.1). Chaque moitié de la grande travée a été construite en encorbellement à partir d'une travée-contrepoids. Chaque tronçon d'encorbellement avait 3,14 m de longueur, et sa construction demandait une semaine au total.

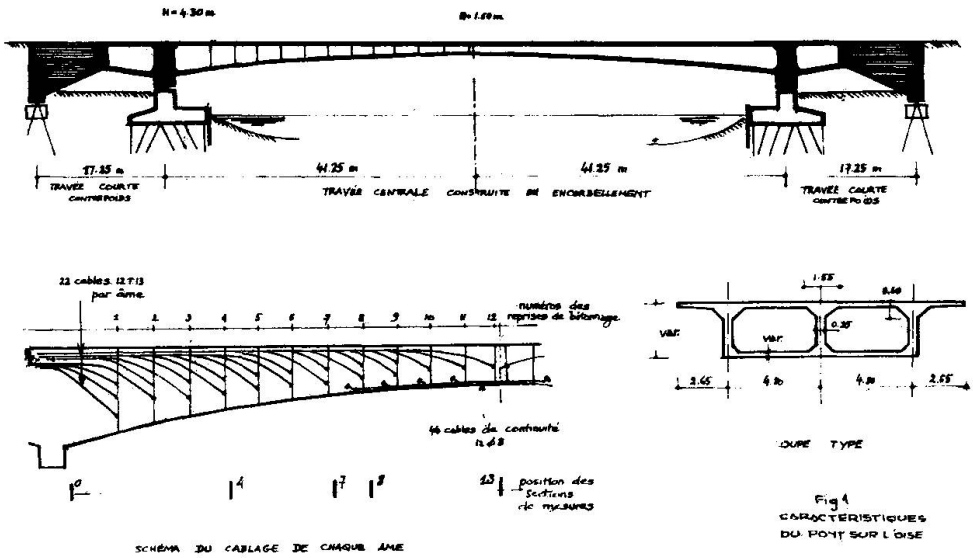


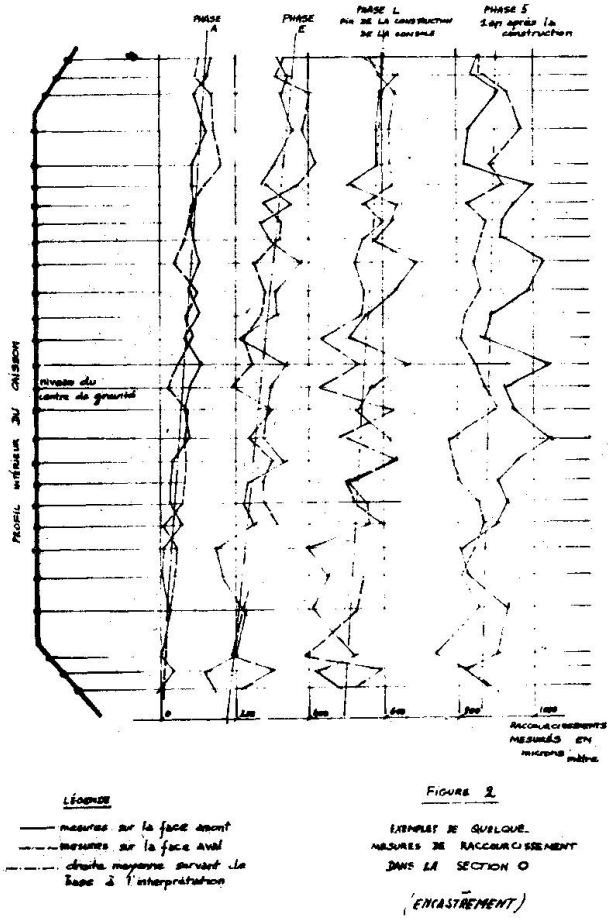

Fig 1
CARACTÉRISTIQUES DU PONT SUR L'OISE

La précontrainte est assurée par deux groupes de câbles. En cours de construction, chaque tronçon d'encorbellement était relié aux parties déjà construites par des câbles STUP 12 T 13 . Au moment du clavage des deux consoles, des câbles 12 ø 8 disposés dans le hourdis inférieur de la zone centrale de l'arche ont été mis en tension, pour assurer la continuité de l'ensemble.

1.2 Des mesures de déformations ont été faites dans plusieurs sections de l'ouvrage (à l'encastrement, au milieu et dans deux sections intermédiaires). On a collé quelques heures après coulage du béton, sur les deux faces de l'âme centrale du caisson, des billes disposées en deux files verticales à la maille de 20 x 20 cm environ. On a ensuite mesuré au comparateur les variations de la distance entre les deux billes situées sur une même horizontale. Ces mesures ont été faites à chaque stade de la construction par encorbellement, puis à intervalles réguliers pendant quatre ans.

On a mesuré également, à l'aide de thermocouples noyés dans le béton, la température moyenne du béton. On a ensuite ramené les déformations mesurées à celles qui auraient été lues si la température du béton était resté fixe (température origine).

1.3 Si on admet l'hypothèse de la conservation des sections planes, on a donc des indications précises sur l'évolution dans quelques sections du raccourcissement au niveau du centre de gravité et de la courbure de flexion (Fig. 2).




1.4 En plus des mesures sur l'ouvrage, on a fait des mesures en laboratoire du retrait et du fluage sous charge sur des éprouvettes de béton qui avaient été conservées sur le chantier même jusqu'au moment de leur mise en charge.

2.) Estimation des contraintes réelles et des déformations de l'ouvrage

2.1 Les charges verticales supportées par l'ouvrage sont bien connues puisqu'il s'agit essentiellement de poids de béton ou de poids de superstructures.

Par contre, les efforts de précontrainte sont plus difficiles à connaître exactement à chaque stade de la construction. Ils dépendent en effet des pertes réelles de précontraintes dans les câbles.

L'influence du coefficient de frottement du câble dans sa gaine à la mise en tension est faible, car les câbles sont courts et peu courbes. Les mesures du raccourcissement unitaire au niveau des câbles nous donnent directement l'effet du fluage et du retrait sur les efforts de précontrainte.

On a mesuré en laboratoire la relaxation d'un toron constitutif d'une câble 12 T 13 pour une tension très voisine de cette atteinte effectivement à la mise en précontrainte. Mais seule une part de cette relaxation s'est effectuée dans les câbles de l'ouvrage réel, parce que les câbles étaient injectés.

En cours de construction une faible variation des efforts de précontrainte entraîne une forte variation du moment de flexion subi par l'ouvrage, (parce que les effets contraires du poids propre et de la précontrainte se compensent presque). Il est donc possible, par comparaison avec les raccourcissements mesurés, d'apprécier le bien fondé des hypothèses faites sur les valeurs de la précontrainte.

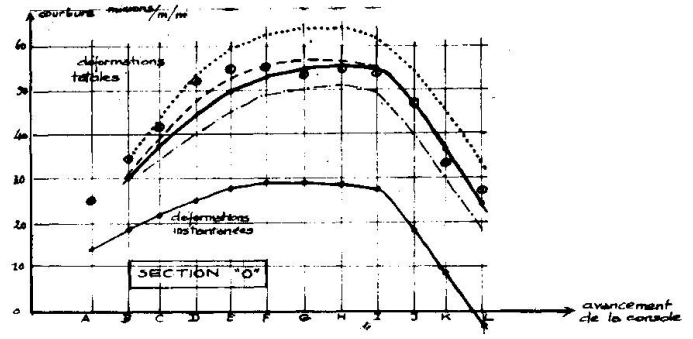
2.2 On a utilisé pour évaluer les déformations unitaires, la méthode simplifiée indiquée par le CEB. Dans cette méthode, les déformations unitaires sont commandées par des paramètres faisant intervenir la composition du béton, la plus petite dimension transversale de la pièce étudiée, les conditions hygrométriques l'âge du béton au moment du chargement et le temps écoulé depuis le chargement.

Pour faciliter l'interprétation, nous avons supposé que l'hygrométrie du béton restait constante aux alentours de 70 % (ouvrage au-dessus d'un fleuve); nous avons admis le même loi que le CEB pour tenir compte de l'influence de l'âge du béton au moment du chargement et nous avons déduit des mesures expérimentales en laboratoire, la valeur du module de déformation sous charges instantanées. Ainsi, les déformations unitaires ne dépendent plus que de deux inconnues restant à déterminer par l'interprétation à savoir le coefficient de fluage et la loi d'évolution du fluage dans le temps depuis le chargement.

3.) Interprétation des mesures

3.1 Comme nous l'avons vu précédemment, les mesures nous donnent dans plusieurs sections de l'ouvrage et à des époques déterminées, le raccourcissement au centre de gravité, et la courbure de flexion.

D'autre part, les lois du CEB telles que nous les avons simplifiées nous permettent de relier les déformations aux contraintes, à condition de fixer deux paramètres (coefficient de fluage, évolution du fluage dans le temps).



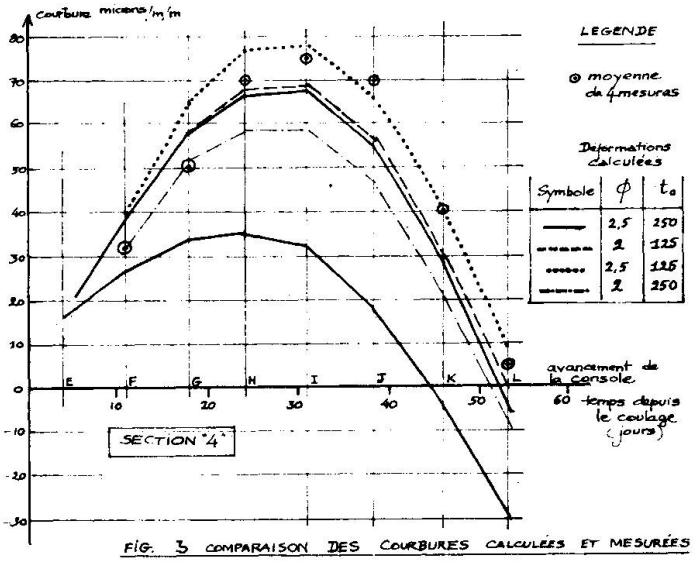




FIG. 3 COMPARAISON DES COURBURES CALCULÉES ET MESURÉES

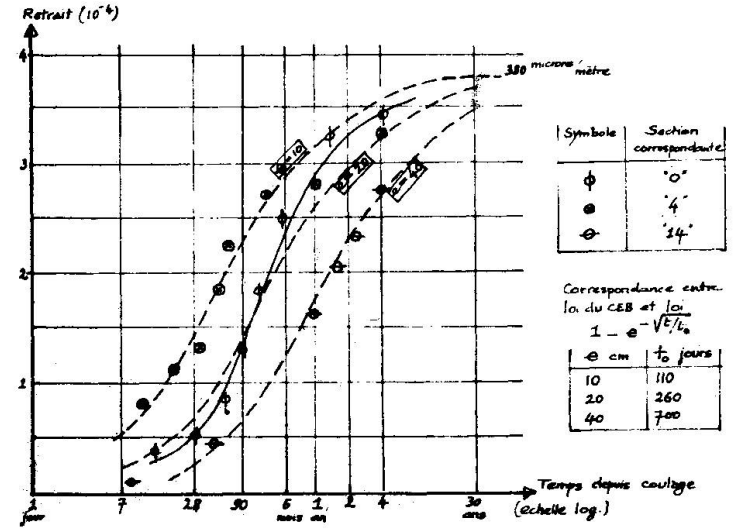



FIG. 4 VALEURS DU RETRAIT DÉDUITES DE L'ÉTUDE D'INTERPRÉTATION
COMPARAISON AVEC LES LOIS D'ÉVOLUTION DU CEB

La comparaison des courbures mesurées et des courbures déduites de l'étude de la structure nous permet de fixer des valeurs plausibles de ces deux paramètres (Fig. 3).

3.2 Les raccourcissements au niveau du centre de gravité sont la somme des raccourcissements de retrait et des raccourcissements dûs aux efforts de précontraintes eux-mêmes.

A partir des valeurs précédemment admises, on peut en déduire par soustraction une loi d'évolution du retrait dont la valeur finale est comparable à celle trouvée par des mesures expérimentales directes sur des éprouvettes de même béton et dont l'évolution est comparable à l'évolution du fluage (Fig. 4).

Ceci permet donc de contrôler les hypothèses et déductions précédemment faites.

4.) Résultats de l'interprétation des mesures

4.1 Après de nombreux tâtonnements, il nous a été possible de trouver une interprétation cohérente pour l'ensemble des mesures pendant et après la construction sur plusieurs sections de l'ouvrage en adoptant les valeurs approximatives suivantes :

| | |
|---|---|
| Module instantané du béton | 400 000 Kg/cm2 |
| Coefficient de fluage | 2,5 |
| Retrait final dans l'ouvrage | $380 \times 10^{-6}$ |

Expression mathématique représentant l'évolution du fluage et du retrait dans le temps

$$V = 1 - e^{\left(\frac{t_n - t_i}{t_o}\right)^{0,5}}$$

où $t_n$ est l'âge du béton au moment où l'on considère le fluage, $t_i$ est l'âge du béton au chargement, $t_o$ compris entre 120 et 250 jours

4.2 Si l'on modifie de plus de 15 % la valeur de l'un quelconque des paramètres indiqués ci-dessus, il devient impossible d'avoir une explication cohérente des phénomènes observés. Ceci ne permet pas d'affirmer que la valeur de chacun de ces paramètres est exacte, mais seulement que tous ces paramètres, pris conjointement, définissent une relation contrainte-déformation qui conduit à une très bonne image des faits observés.

4.3 On remarquera par ailleurs que la loi d'évolution proposée pour le retrait et le fluage correspond approximativement à la loi proposée par le CEB pour des épaisseurs de 20 cm (rédaction 1970). Les Rédacteurs de l'Instruction française sur l'emploi du béton précontraint dans les ouvrages d'art (1965) avaient proposé déjà une loi très voisine corrigeant sur ce point les Recommandations du CEB dans leur première rédaction (1966).

5.) Déformations localisées autour d'un ancrage noyé de précontrainte

L'une des sections de mesure se trouve placée immédiatement en arrière d'un ancrage de précontrainte, dont le câble avait été tendu avant le bétonnage du tronçon étudié. Par fluage, le béton a continué à se déformer immédiatement sous l'ancrage. Les parties de béton situées au-delà du joint de coulage ont suivi cette déformation et il en est résulté une nette décompression locale, dont on peut suivre l'évolution dans le temps (Fig. 5).

Cette étude met en évidence la finesse des résultats de mesure qui ont été obtenus. Rappelons que la méthode de mesure a été mise au point par le Centre Expérimental du Bâtiment et des Travaux Publics, sous la direction de M.MAMILLAN et a déjà été employée avec succès sur des ponts au Maroc et en France . La campagne des mesures sur le pont sur l'Oise a été faite par cet organisme à la demande des Ponts et Chaussées de l'Oise. M. BELMAIN, Ingénieur des Ponts et Chaussées, nous a autorisés à présenter ces résultats et nous l'en remercions vivement.

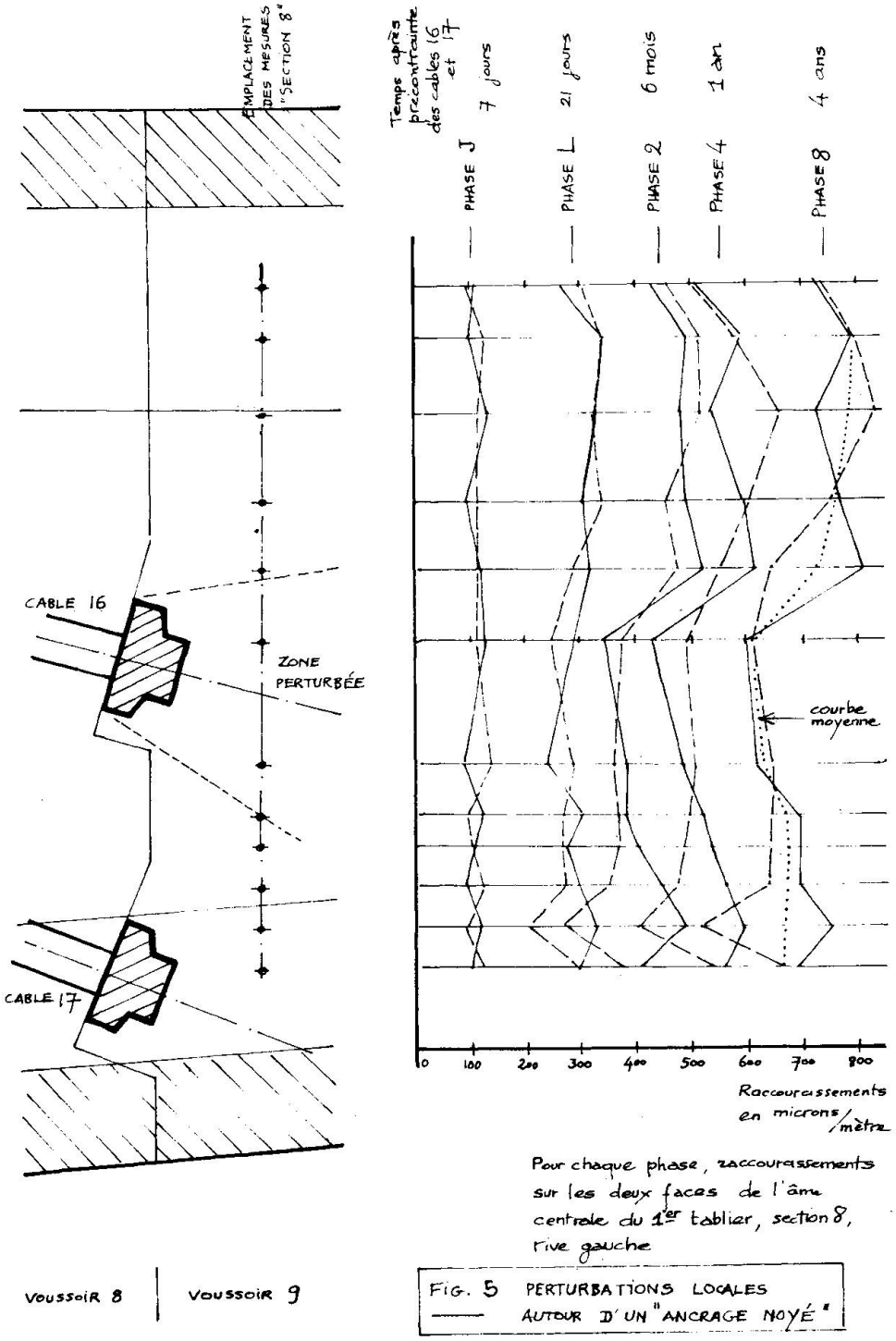



FIG. 5 PERTURBATIONS LOCALES AUTOUR D'UN "ANCRAGE NOYÉ"