



# NOTE D'INFORMATION

OUVRAGES  
D'ART

07

Auteur : SETRA / CTOA

Editeur : 

## LIMITATION DE LA DEFORMATION DES OUVRAGES PROVISOIRES SOUS LE POIDS DU BETON FRAIS

Juillet 1989

*Dans l'exécution des ouvrages courants en béton, les coffrages sont en général portés soit par un étaieement vertical (il s'agit la plupart du temps de tours supportant une surface réduite de tablier), soit par un système de poutres horizontales (appelé cintre) ayant un nombre d'appuis limité.*

*Une des questions majeures concerne la limitation de la déformabilité de ces ouvrages provisoires pendant le bétonnage. Tel est l'objet de la présente note.*

### **BUT DE LA NOTE D'INFORMATION**

Le CPS type relatif aux ouvrages courants, dont s'inspire la rédaction de la plupart des CCTP actuels limite à environ 2 cm la flèche du cintre lors de sa mise en charge par du béton frais.

Il va sans dire que si cette règle demeure acceptable pour les ouvrages de faibles portées, la pratique montre qu'elle peut s'avérer trop contraignante lorsque des cintres plus importants sont utilisés.

La présente note d'information a essentiellement pour objet de définir de nouvelles limitations, plus larges et plus réalistes pour ce dernier type de cintres.

Ces nouvelles règles répondent donc à deux préoccupations :

- rester compatibles avec les errements actuels dans la construction des ouvrages qui nécessitent des cintres de faibles portées ;
- être moins contraignantes pour des ouvrages plus importants, mais assorties de vérifications et de précautions compensatoires à définir et à faire respecter dans les marchés.

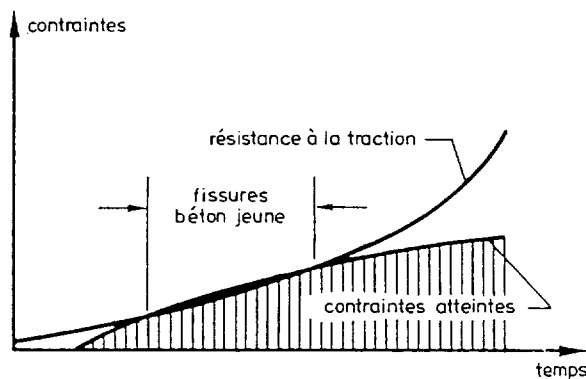
## BUTS DE LA LIMITATION DES FLECHES DES CINTRES

Indépendamment des contreflèches correctives dont dépend pour une large part l'aspect de l'ouvrage, l'expérience montre que la déformation propre du cintre lors de sa mise en charge par du béton frais doit être limitée pour éviter des désordres plus ou moins importants dans l'ouvrage futur, et ce pour les raisons principales suivantes :

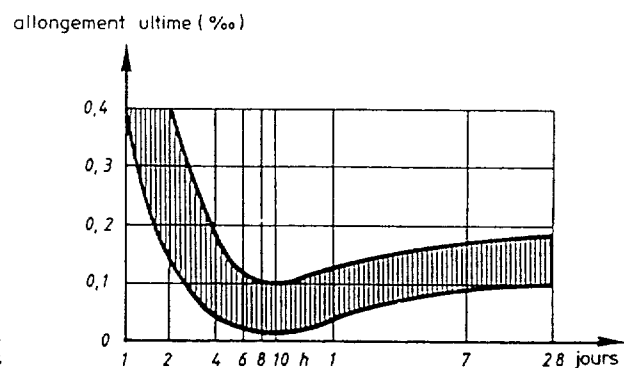
### a) Fissuration du béton

Hormis le cas de petits ouvrages ayant un faible volume de béton à mettre en place, il est impossible dans le cas général sauf lorsqu'on emploie un retardateur de prise, de terminer le bétonnage de l'ensemble de l'ouvrage avant tout début de prise des parties déjà coulées. Il en résulte que des déformations excessives du cintre peuvent entraîner des fissurations, voire des cassures, et des ruptures d'adhérence dans le béton en cours de prise, ou dans le béton éventuellement coulé lors d'une phase précédente.

Cette fissuration affecte particulièrement les bétons jeunes, pendant les premières heures après leur coulage, période critique pendant laquelle leur résistance à la traction ainsi que leur déformabilité sont très faibles, comme le montrent les figures ci-après (extraites du bulletin d'information n°166 du CEB sur la durabilité des structures en béton).



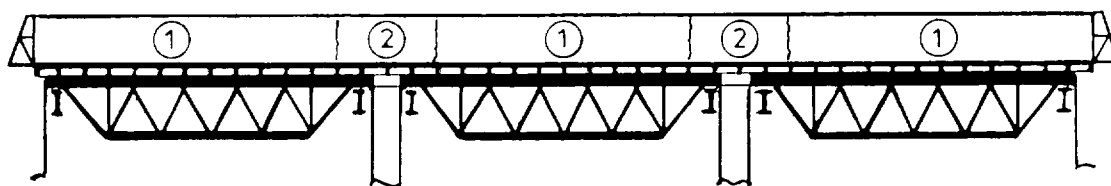
Fissuration du béton jeune



Evolution allongement ultime - temps

L'intérêt d'éviter les tractions dans le béton pendant cette phase apparaît donc clairement.

Ce problème se présente surtout dans le cas où le cintre comporte plusieurs travées et il devient alors indispensable de procéder à un phasage du bétonnage comme indiqué sur la figure ci-après, pour éviter que des fissures se développent dans le béton situé dans les zones des appuis (points durs).



- I Appuis du cintre
- ① Béton coulé en première phase
- ② Béton coulé en seconde phase

Le cas échéant, lorsque les volumes de béton à mettre en oeuvre ne sont pas trop importants, on pourra se contenter de retarder la prise du béton au moyen d'un adjuvant approprié.

*b) Respect des tolérances*

Une grande déformabilité du cintre est toujours entachée d'une marge d'incertitude importante dans le contrôle des flèches, en particulier des flèches différentielles, et de ce fait empêche de réaliser avec la précision et la régularité requises le profil de l'ouvrage, tant dans le sens longitudinal que dans le sens transversal. Cette difficulté dans la maîtrise des flèches peut être accentuée par une connaissance imparfaite des conditions d'appui du cintre ou par une imprécision dans la détermination des portées de ce dernier.

*c) Problème spécifique aux ouvrages en béton précontraint*

Dans le cas des ouvrages précontraints, une grande déformabilité du cintre risque de provoquer des incidents graves lors de la mise en tension des câbles, car le tablier, au lieu de décoller du cintre sous l'effet de la précontrainte, risque de se rompre sous la poussée au vide de celle-ci cumulée avec une réaction ascendante non annulée du cintre.

Il est à noter que ce phénomène affecte aussi bien les cintres à une qu'à plusieurs travées.

Ces trois constatations sont à la base des recommandations qui suivent, applicables aux étalements de ponts et aux cintres. Ces prescriptions ne concernent donc ni les équipages mobiles pour constructions en encorbellements successifs, ni les cintres dits autolanceurs, qui sont des matériels spéciaux et doivent être traités comme tels.

## RECOMMANDATIONS

### a) Etaisements

Les étaisements ne doivent pas subir de déplacement excédant 2 cm en quelque point que ce soit, depuis le début du bétonnage jusqu'au décintrement.

### b) Cintres

Aucune précaution ou vérification autre que le respect des règles de l'art (dont fait partie, entre autres, la vérification de la résistance des cintres) ne sera nécessaire si les flèches maximales des cintres sous l'action du béton frais restent inférieures à :

$$\frac{\ell}{2000} + 2 \text{ cm, où } \ell \text{ désigne la portée du cintre,} \\ \text{exprimée en centimètre.}$$

Une limite plus large pourra être admise sous les réserves suivantes :

- Des justifications et des précautions particulières doivent être apportées de façon à ce qu'il n'y ait de fissuration en aucun point (c'est-à-dire dans le béton en cours de prise ou dans le béton éventuellement coulé lors d'une phase précédente) et à aucun moment pendant le bétonnage.
- Dans le cas du béton précontraint, on limitera la traction du béton pendant la période de construction, ce qui peut conduire à un fractionnement de la mise en tension des câbles. La justification doit alors être conforme aux règles BPEL. Des précautions seront prises, tant au niveau des justifications qu'au niveau du chantier, pour couvrir les incertitudes liées à l'élasticité du cintre.
- Quelles que soient les dispositions prises et justifications apportées, ces flèches sont en tout état de cause plafonnées à  $\ell/300$ .

Dans tous les cas, des armatures passives de petit diamètre et peu espacées sont à prévoir de façon à répartir et à limiter l'ouverture d'éventuelles fissures d'origines diverses (retrait, température...).

De même, il y a lieu de compenser les déformations du cintre par des contreflèches, dans le but d'assurer à l'ouvrage le profil requis tant dans le sens longitudinal que dans le sens transversal.

Ces contreflèches, à donner au fond de coffrage, tiennent compte bien entendu :

- du profil requis de l'ouvrage,
- de la déformation du cintre sous son poids propre et sous le poids du béton frais, avant le décintrement,
- de la déformation de l'ouvrage en service à vide (au temps infini), c'est-à-dire la déformation à long terme sous l'action de la charge permanente (poids propre et poids des équipements) et sous l'action de la précontrainte si celle-ci existe.

## RESUME - CONCLUSIONS

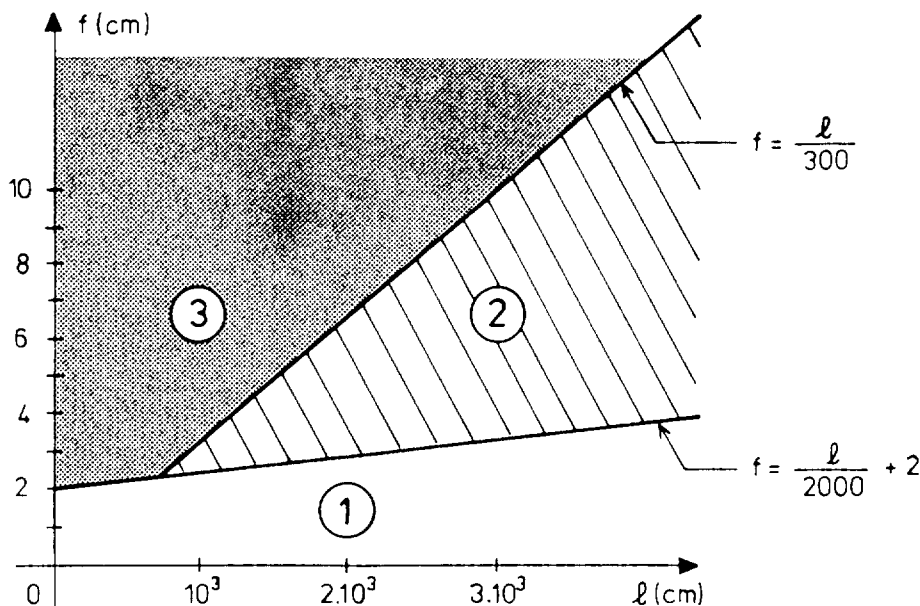
La flèche limite du cintre sous le poids du béton frais peut être représentée comme suit :

Dans le plan rapporté au repère  $l - f$  :

-  $l$  en abscisse, pour portée du cintre,

-  $f$  en ordonnée, pour flèche du cintre,

Les droites d'équation  $f = \frac{l}{2000} + 2$  et  $f = \frac{l}{300}$  partagent le premier quadrant en trois zones 1, 2 et 3 (croquis).



La zone 1 correspond à des flèches admissibles ne demandant pas de vérifications ni de précautions particulières autres que le respect des règles de l'art.

La zone 3 correspond à des flèches à proscrire.

La zone 2 correspond à des flèches admissibles plus larges, mais assorties de vérifications et de précautions particulières à respecter. Celles-ci consistent principalement et selon le cas à adopter un phasage de bétonnage approprié et, pour les ouvrages en béton précontraint, à limiter la traction du béton par un fractionnement éventuel de la mise en tension.

Cette note a été rédigée par:

V. LE KHAC  
Centre des Techniques d'Ouvrages d'Art  
Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes

S.E.T.R.A., 46, avenue Aristide Briand, 92223 Bagneux - France  
Tél: (1) 42 31 31 31 - Télex 260 763 F  
Renseignements Techniques : V. LE KHAC - CTOA - Tél.(1) 42 31 32 45  
Bureau de vente - Tél: (1) 42 31 31 53 - 42 31 31 55 - Référence du document : F8929  
Classification thématique au catalogue des publications du SETRA : A 07

Ce document a été édité par le SETRA, il ne pourra être utilisé ou reproduit même partiellement sans son autorisation.

### AVERTISSEMENT:

Cette série de documents est destinée à fournir une information rapide. La contrepartie de cette rapidité est le risque d'erreur et la non exhaustivité. Ce document ne peut engager la responsabilité, ni de son auteur, ni de l'administration.

Les sociétés citées le cas échéant dans cette série le sont à titre d'exemple d'application jugé nécessaire à la bonne compréhension du texte et à sa mise en pratique.