

MINISTÈRE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT
MINISTÈRE DES TRANSPORTS
LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES

Détermination du coefficient de transmission des unités de précontrainte

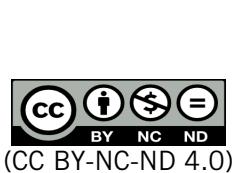
PROJET DE MÉTHODE D'ESSAI

Rédigé par Alain CHABERT (LCPC)

Décembre 1983

Division surveillance et pathologie des ouvrages d'art

Conformément à la note du 04/07/2014 de la direction générale de l'Ifsttar précisant la politique de diffusion des ouvrages parus dans les collections éditées par l'Institut, la reproduction de cet ouvrage est autorisée selon les termes de la licence CC BY-NC-ND. Cette licence autorise la redistribution non commerciale de copies identiques à l'original. Dans ce cadre, cet ouvrage peut être copié, distribué et communiqué par tous moyens et sous tous formats.



Attribution — Vous devez créditer l'Oeuvre et intégrer un lien vers la licence. Vous devez indiquer ces informations par tous les moyens possibles mais vous ne pouvez pas suggérer que l'Ifsttar vous soutient ou soutient la façon dont vous avez utilisé son Oeuvre.



Pas d'Utilisation Commerciale — Vous n'êtes pas autorisé à faire un usage commercial de cette Oeuvre, tout ou partie du matériel la composant.



Pas de modifications — Dans le cas où vous effectuez une adaptation, que vous transformez, ou créez à partir du matériel composant l'Oeuvre originale (par exemple, une traduction, etc.), vous n'êtes pas autorisé à distribuer ou mettre à disposition l'Oeuvre modifiée.

Le patrimoine scientifique de l'Ifsttar

Le libre accès à l'information scientifique est aujourd'hui devenu essentiel pour favoriser la circulation du savoir et pour contribuer à l'innovation et au développement socio-économique. Pour que les résultats des recherches soient plus largement diffusés, lus et utilisés pour de nouveaux travaux, l'Ifsttar a entrepris la numérisation et la mise en ligne de son fonds documentaire. Ainsi, en complément des ouvrages disponibles à la vente, certaines références des collections de l'INRETS et du LCPC sont dès à présent mises à disposition en téléchargement gratuit selon les termes de la licence Creative Commons CC BY-NC-ND.

Le service Politique éditoriale scientifique et technique de l'Ifsttar diffuse différentes collections qui sont le reflet des recherches menées par l'institut :

- Les collections de l'INRETS, Actes
- Les collections de l'INRETS, Outils et Méthodes
- Les collections de l'INRETS, Recherches
- Les collections de l'INRETS, Synthèses
- Les collections du LCPC, Actes
- Les collections du LCPC, Etudes et recherches des laboratoires des ponts et chaussées
- Les collections du LCPC, Rapport de recherche des laboratoires des ponts et chaussées
- Les collections du LCPC, Techniques et méthodes des laboratoires des ponts et chaussées, Guide technique
- Les collections du LCPC, Techniques et méthodes des laboratoires des ponts et chaussées, Méthode d'essai



Institut Français des Sciences et Techniques des Réseaux,
de l'Aménagement et des Transports
14-20 Boulevard Newton, Cité Descartes, Champs sur Marne
F-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Contact : diffusion-publications@ifsttar.fr

www.ifsttar.fr



MINISTÈRE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT
MINISTÈRE DES TRANSPORTS
LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES

Détermination du coefficient de transmission des unités de précontrainte

PROJET DE MÉTHODE D'ESSAI

Rédigé par Alain CHABERT (LCPC)

Décembre 1983

Division surveillance et pathologie des ouvrages d'art

MINISTÈRE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT
MINISTÈRE DES TRANSPORTS
LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES

Détermination du coefficient de transmission des unités de précontrainte

PROJET DE MÉTHODE D'ESSAI
Rédige par Alain CHABERT (LCPC)

Décembre 1983

Division surveillance et pathologie des ouvrages d'art

Les utilisateurs de ce *Projet de méthode d'essai* sont invités à faire part de leurs avis et suggestions au Chef de la Division surveillance et pathologie des ouvrages d'art et au Délégué à la qualité des essais, la normalisation et la réglementation technique (Direction des programmes et applications du LCPC).

Ce document est propriété de l'Administration et ne peut être reproduit, même partiellement,
sans l'autorisation du Directeur du Laboratoire central des Ponts et Chaussées
(ou de ses représentants autorisés).

©1983 - LCPC

MINISTÈRE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT - MINISTÈRE DES TRANSPORTS
LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES
58, boulevard Lefebvre - 75732 PARIS CEDEX 15
Tél. (1) 532-31-79 - Téléx : LCPARI 200361 F

AVERTISSEMENT

Les **Projets de méthode d'essai** sont mis en application et diffusés, à titre expérimental, par les chefs de division ou de service du LCPC, après examen par la Direction des programmes et applications (Délégation à la qualité des essais, la normalisation et la réglementation technique).

Au bout d'une période dont la durée est normalement d'un an, les **Projets de méthode d'essai** sont réexaminés pour tenir compte des observations émises par leurs utilisateurs et, éventuellement, des résultats d'études complémentaires (essais interlaboratoires, qualification des matériels d'essais...).

Selon l'importance des modifications à apporter, ils sont alors soit reconduits à titre de Projet pour une nouvelle période d'essai, soit transformés en Méthodes d'essai LCPC ou proposés à l'AFNOR comme projet de norme.

Les **Méthodes d'essai** LCPC sont approuvées par le Directeur du LCPC après qualification par la Délégation à la qualité des essais, la normalisation et la réglementation technique, et diffusées par la Section des publications du Service de l'information scientifique et technique.

Elles sont d'application obligatoire à l'intérieur du réseau des Laboratoires des Ponts et Chaussées en l'absence de prescriptions contraires explicites émises par les donneurs d'ordre.

DETERMINATION DU COEFFICIENT DE TRANSMISSION DES UNITES DE PRECONTRAINTE

I = OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Le présent projet de méthode d'essai a pour objet de fixer, la méthode d'essais de détermination du coefficient de transmission d'une unité de précontrainte.

Les dispositions adoptées sont applicables à toutes les unités de précontrainte utilisées dans les structures précontraintes par post-tension : ouvrages d'art, centrales nucléaires, off-shore, bâtiments, réservoirs, silos, etc....

II = DEFINITION

Le coefficient de transmission d'une unité de précontrainte est le rapport, K , constant au cours de la mise en tension, de la charge au vérin passif, à la charge au vérin actif.

III = PRINCIPE DE LA METHODE

Elle consiste à enregistrer pendant toute la durée de la mise en tension les pressions dans les vérins actif et passif (technique des vérins dits "en opposition").

Les vérins de mise en tension fonctionnent en vérin actif d'un côté et en capsule manométrique de l'autre.

P_a désignant la pression dans le vérin actif et P_p la pression dans le vérin passif, le coefficient de transmission est alors égal à la pente m de la droite $P_p = f(P_a)$, corrigé de l'effet des pertes aux vérins m' ($K = m/m'$).

La prise en compte de cette pente permet de s'affranchir :

- d'un éventuel décalage de cette droite par rapport à l'origine,
- de faibles irrégularités de tracé de cette même droite,
- des reprises au vérin de mise en tension.

L'expérimentateur s'affranchit des caractéristiques propres des vérins (frottements, etc...) en les mettant en opposition sur un

système supposé sans perte par frottement due à l'unité de précontrainte, avant même l'essai sur l'ouvrage : c'est le tarage.

La méthode n'est applicable que si la mise en place des vérins de mise en tension est possible à chaque extrémité de l'unité de précontrainte.

N.B Si les vérins de mise en tension sont pourvus d'un dispositif de mesure de force, des modifications sont à apporter au projet de mode opératoire.

IV = APPAREILLAGE

La chaîne de mesure complète comprend :

- deux capteurs de pression relative à traduction électrique
- un module de conditionnement comprenant :
 - l'alimentation stabilisée des capteurs avec une prise de contrôle "test alimentation"
 - des crans de calibration
 - les branchements d'entrée et de sortie des capteurs.
- des câbles électriques de raccordement.
- une table traçante XY, de format A₃.
- des pièces d'adaptation indissociables de chaque capteur.
des pièces de raccordement des capteurs à brancher à l'entrée du circuit hydraulique de chaque vérin de mise en tension.
- un groupe électrogène permettant d'alimenter en 220 volts alternatif la table traçante et le module de conditionnement.

La chaîne de mesure doit répondre aux conditions suivantes :

- a) les pressions injectées dans les vérins de mise en tension sont enregistrées en continu.
- b) les échelles en X et en Y de la table traçante sont identiques et choisies de telle manière que :
 - les crans de calibration des capteurs de pression soient compris dans une fourchette de 80 à 100 % de l'étendue de mesure (correspondant à la pression d'utilisation de l'essai considéré)
 - l'étendue de mesure corresponde, au moins, à 250 mm sur le papier d'enregistrement de la table traçante.

c) la somme des erreurs absolues de chacun des constituants de la chaîne de mesure correspond à moins de 1 mm en tout point de l'enregistrement.

V = TECHNIQUE DE L'ESSAI

a) Calibration de la chaîne de mesure

Avant et après chaque essai, il convient de bien vérifier la calibration (capteurs non raccordés au circuit hydraulique des vérins).

Les sensibilités (X,Y) de la table traçante sont ajustées en fonction des étalonnages des capteurs et sont réglées pour satisfaire la plage minimale d'**exploitation** : 250 mm.

b) Tarage des vérins de mise en tension

La détermination des frottements internes d'un couple de vérins de mise en tension nécessite, *in situ*, l'utilisation d'une poutre creuse métallique ou en béton armé convenablement dimensionnée (*).

Il convient d'aligner parfaitement les deux vérins à tarer afin d'éviter tout moment de flexion parasite au niveau des pistons.

Les deux vérins étant reliés par une unité de précontrainte de faible longueur, il convient de réduire le débit des pompes de mise en tension afin que la vitesse de mise en charge corresponde, autant que faire se peut, à celle d'une mise en tension traditionnelle, *in situ*.

L'expérimentateur procède aux enregistrements par couple de vérins (l'un est actif, l'autre passif) comme suit :

- * Vérin passif : sortie environ 20 % de la course totale du piston.
 - Mettre en place la poutre creuse (métallique ou en béton armé).
 - Procéder à la mise en tension côté actif (au préalable sortie piston vérin actif environ 50 %) sans palier intermédiaire jusqu'à la pression finale visée par le chantier.
 - Détendre l'armature côté actif.
 - Procéder à une deuxième mise en tension, puis à une troisième (Une détente est nécessaire entre les deux opérations).

(*) Veiller aux conditions de sécurité

** dito * avec sortie du piston actif environ 80 % au lieu de 50 %.

*** Inverser le rôle des vérins et procéder comme ci-dessus, le passif devenant actif et vice versa.

N.B. = 'Les opérations de mises en tension d'éléments courts peuvent être particulièrement dangereuses, si les consignes de SECURITE prescrites par les détenteurs des procédés de précontrainte ne sont pas scrupuleusement respectées.

c) Détermination du coefficient de transmission in situ

Le coefficient de transmission d'une unité de précontrainte est déterminé lors de la mise en tension de cette dernière.

Toutefois, ceci peut être modifié à l'initiative du demandeur de l'essai ("essai à blanc" qui nécessite la détension de l'unité de précontrainte et la dépose éventuelle des vérins de mise en tension).

Pour les procédés de précontrainte utilisant des clavettes d'ancrage des armatures, il importe de s'assurer que les clavettes côtés passif et actif d'une même unité de précontrainte ne sont pas engagées dans les parties coniques des têtes d'ancrages. Dans certains cas, l'interposition entre la plaque d'ancrage et le nez du vérin d'une entretoise (ou chaise de détension) est nécessaire par suite du manque de dégagement possible des clavettes.

L'expérimentateur procède aux enregistrements comme suit :

→ recul du piston côté passif (correspondant à une montée en pression comprise entre 3 et 10 MPa et/ou à une sortie identique à celle de l'essai de tarage des vérins de mise en tension (environ 20 % de la course totale du piston)).

Ce recul sera identique pour toutes les unités de précontrainte d'un même chantier quels que soient leurs tracés.

S'il y a des armatures de précontrainte courtes: la même opération est effectuée simultanément côté actif pour éviter tout blocage, même partiel, des clavettes, notamment au niveau de la tête d'ancrage.

→ arrêt de la mise en tension côté passif (le vérin se comporte alors comme une capsule manométrique).

→ mise en tension par le vérin actif, par paliers, pour mesurer les allongements conformément à la réglementation actuelle en vigueur.

- Lorsque côté actif, la pression de mise en tension visée pour

le chantier est atteinte :

1) si l'unité de précontrainte est prévue pour être tendu par les deux extrémités, on reprend la tension cote "passif" jusqu'à la pression prévue (simultanément mesure du complément d'allongement) puis on procède au clavetage, blocage ou serrage en fonction du procédé de précontrainte testé.

2) si l'unité de précontrainte ne doit être tendue que par une seule extrémité, clavetage, blocage ou serrage, dès que la pression de mise en tension côté "actif" est atteinte.

- Si l'allongement de l'unité de précontrainte est supérieur à la course du vérin utilisé de mise en tension, une ou plusieurs reprises est (sont) nécessaire(s).

VI = EXPRESSION DES RESULTATS

a) Tarage des vérins de mise en tension

Par sortie de piston "actif" (environ 50 et 80 % de la course totale) et selon le vérin actif, après détermination préalable de la pente de chaque enregistrement, l'expérimentateur procède à la moyenne des résultats obtenus au cours des trois essais effectués dans des conditions rigoureusement identiques.

Ainsi, on définit par couple de vérins de mise en tension, plusieurs facteurs de correction (m') selon le vérin actif et la course du piston de celui-ci.

Pour deux courses de piston différentes d'un même vérin (actif) les résultats ne doivent pas différer notablement, à la précision de mesure près. Si tel est le cas, on prend alors comme facteur de correction, la moyenne des résultats obtenus. Dans le cas contraire, le fonctionnement du (ou des) vérin (s) doit être vérifié.

b) Coefficient de transmission

La pente moyenne (m) de chaque courbe $P_p = f(P_a)$ est déterminée. En égard aux pertes par frottement dans les vérins, chaque valeur de pente obtenue ci-dessus (m) est divisée par le facteur de correction (m') déterminé lors du tarage des vérins utilisés dans des conditions identiques (même vérin actif et même sortie du piston des vérins actif et passif).

VII = CRITERES DE VALIDITE DE L'ESSAI

Les enregistrements $P_p = f(P_a)$ sont normalement linéaires.

En cas de non linéarité, il convient d'en recherche la cause.

VIII = PROCÈS=VERBAL D'ESSAI

Le procès-verbal d'essai doit faire référence au présent projet de méthode d'essai et mentionner, outre les résultats obtenus :

- le procédé et l'unité de précontrainte,
- la désignation des armatures de précontrainte,
- le type de structure,
- la référence de l'unité de précontrainte expérimentée,
- le nombre de reprises de bétonnage ou joints traversés par les unités de précontrainte testées,
 les caractéristiques des conduits (diamètre intérieur, épaisseur, nature, etc...),
- les caractéristiques des manchons de raccordement,
- la déviation totale et la longueur des unités de précontrainte testées,
- le mode d'enfilage des armatures dans les conduits,
- la nature du lubrifiant éventuellement utilisé,
- l'état des conduits et des armatures de précontrainte,
- les coefficients de transmission théoriques définis par le bureau d'étude,

ainsi que les détails opératoires non prévus dans le présent texte et les incidents susceptibles d'avoir agi sur les résultats.

Les copies des enregistrements sont jointes au procès verbal d'essai.

Texte établi par A. CHABERT
Chef de la Cellule Technologie et Equipement, 1/7/83