

CHAPITRE 4 Suite

Pertes instantanées de précontrainte en pré-tension

Les armatures de précontrainte

Ce sont des armatures de même nature qu'en post-tension mais seuls des fils crantés ou des torons sont employés car il est indispensable de disposer d'une adhérence de forme. De même pour avoir une bonne adhérence les armatures ne sont pas groupées mais utilisées isolément; aussi les armatures employées sont-elles appelées mono-fils ou mono-torons.

L'ancrage sur le banc de précontrainte est réalisé comme en post-tension par des clavettes pour les torons et des plaques de serrage pour les fils crantés.

Toujours dans le but de disposer d'une bonne adhérence, les armatures ne doivent pas recevoir de traitement de surface à base d'huile, de graisse ou de peinture.

Il faut en conséquence prendre toute disposition pour éviter un début de corrosion avant utilisation.

Elles sont différentes de celles de post-tension du fait des différences technologiques, mais les phénomènes restent les mêmes.

Nous les examinerons dans l'ordre ou technologiquement elles se produisent.

Pertes à la mise en tension de l'armature (BPEL)

Elles ont 2 origines.

a. Les frottements des armatures sur les coffrages d'extrémité des produits. Ces frottements sont déterminés expérimentalement :

câbles rectilignes : $\Delta\sigma_f = 1\% \sigma_{p0}$

b. La rentrée d'ancrage sur le banc. L'ancrage, étant basé sur le même principe qu'en post-tension, provoque une rentrée d'ancrage. Ici aussi la surface délimitée par les diagrammes avant et après rentrée d'ancrage est égale à $g \cdot E_p$. Les diagrammes étant généralement rectilignes (Câbles rectilignes).

$$\Delta\sigma_g = g \cdot E_p / l_b$$

La longueur du banc est généralement grande, cette perte est alors très faible fig. 1.

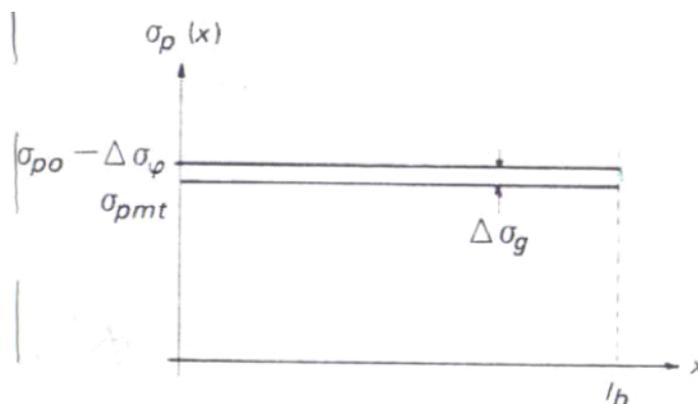


Fig. 1 : Effet de la rentrée d'ancrage sur banc

A la fin de la mise en tension, la tension probable dans les armatures est σ_{pmt} :

$$\sigma_{pmt} = \sigma_{p0} - \Delta\sigma_{\phi} - \Delta\sigma_g$$

P : précontrainte, mt : mise en tension

Pertes de tension entre la mise en tension des armatures et la mise en précontrainte des produits

Nous n'examinerons ici que les pertes qui se produisent dans le cas d'un durcissement naturel du béton.

La résistance nécessaire du béton pour le précontraindre n'est atteinte qu'au bout de trois jours à une semaine; pendant ce temps le retrait et la relaxation se développent.

a. Retrait : si t_1 est l'âge du béton à la mise en précontrainte la perte due au retrait est fig. 2 :

$$\Delta\sigma_{r1} = E_p \xi_r r(t_1)$$

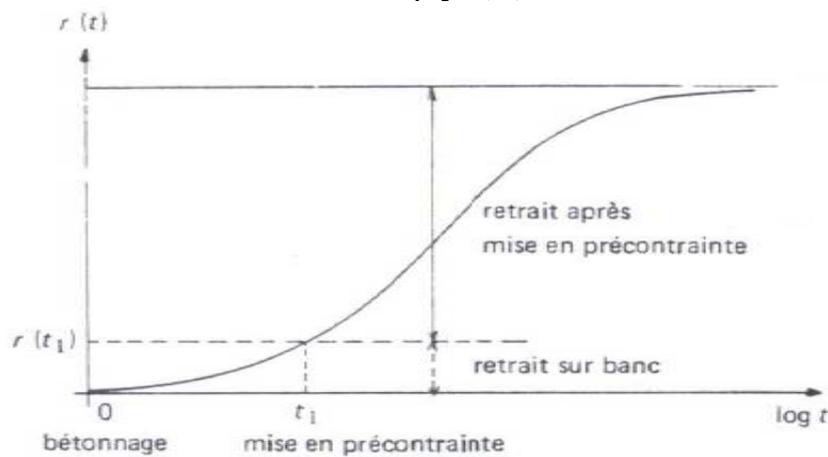


Fig. 2 : Effet du retrait sur banc

b. La relaxation : Elle se développe à partir de la tension σ_{pmt} selon la loi présentée.

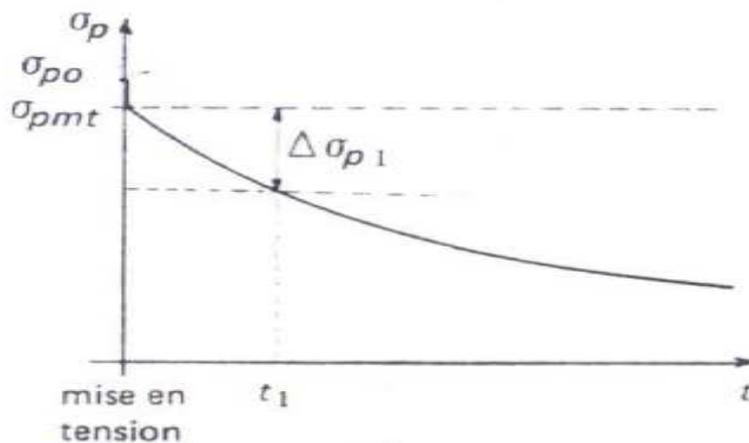


Fig. 3 : Evolution de la relaxation sur banc

A la fin de cette phase, la tension vaut σ_{pr} ; c'est la tension probable qui sera relâchée pour mettre en précontrainte les produits :

$$\sigma_{pr} = \sigma_{pmt} - \Delta\sigma_{r1} - \Delta\sigma_{p1}$$

Une certaine simultanéité existe entre les deux phénomènes mais elle est négligeable. En effet le retrait, qui d'une part est faible, est gêné par la présence des armatures et n'apparaît qu'à la fin de cette phase lorsqu'on relâche les armatures.

Pertes de tension à la mise en précontrainte des produits.

a. Le raccourcissement instantané du béton pour entraîner des pertes

A la différence de la post-tension, toutes les armatures sont liées au béton et relâchées en même temps. Elles subissent donc totalement le raccourcissement du béton sous l'effet de la compression qu'elles apportent. L'expression de cette perte est donc selon Le BPEL

$$\Delta\sigma_{pi}(x) = E_p (1 + k_i) \sigma_b / E_{bij}$$

Avec :

σ_b = contrainte dans le béton, au niveau du câble moyen sous l'effet de la précontrainte et du poids propre.

E_{bij} = module de déformation instantané du béton à l'âge j.

$1 + k_i$ = terme correcteur du module du béton pour tenir compte des fortes compressions appliquées au béton ($\sigma_{lim} = 0,66 f_{cj}$). Le domaine purement élastique est dépassé ce qui modifie la valeur du module tangent.

Perte instantanée totale

C'est la somme des pertes que nous venons de voir :

$$\Delta\sigma_i(x) = \Delta\sigma_\varphi + \Delta\sigma_g + \Delta\sigma_{r1} + \Delta\sigma_{p1} + \Delta\sigma_{pi}(x)$$

L'évolution de la tension dans cette phase est celle de la figure 4. Le retrait et la relaxation sur banc ne sont pas parfaitement séparés.

La tension à la fin de la mise en précontrainte est $\sigma_{pi}(x)$ (tension initiale probable) :

$$\sigma_{pi}(x) = \sigma_{p0} - \Delta\sigma_i(x)$$

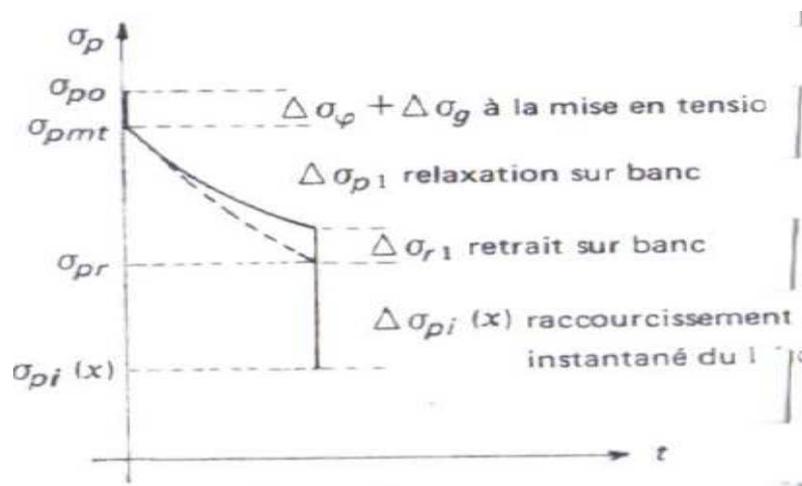


Fig.4 Evolution de la tension pendant la fabrication

Le banc de précontrainte

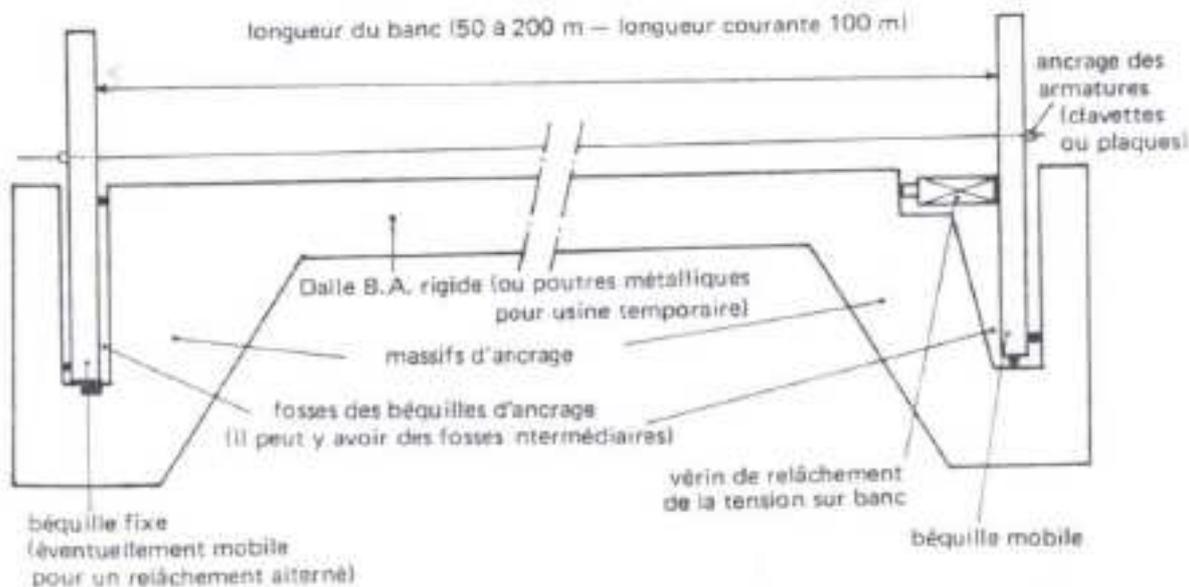


Fig. 5. Schéma d'un banc de précontrainte par fils adhérents

Il se compose généralement d'une dalle épaisse de béton armé présentant des fosses dans lesquelles sont placés les massifs d'ancrage (bequilles) servant à la mise en tension des armatures. La longueur des bancs est comprise entre 50 et 200 m. Il y a au moins deux fosses, une à chaque extrémité du banc et pour certains bancs il est prévu des fosses à espacement régulier ce qui permet de réduire les chutes d'armatures dans le cas de fabrication qui n'occupent pas toute la longueur du banc.

La dalle et les bequilles doivent être très rigides afin de ne pas se déformer sous l'effet de la mise en tension des armatures.

Pertes différées de précontrainte en pré-tension

Les phénomènes qui interviennent pour entrainer des pertes différées sont, comme en post-tension : Le retrait, le fluage et la relaxation. En cas de traitement thermique les phénomènes sont modifiés.

Perte de tension due au retrait du béton

C'est le complément au retrait effectué avant la mise en précontrainte des produits. La perte restant à faire est alors :

$$\Delta\sigma_{r2} = E_p \xi_r (1 - r(t_1))$$

A un temps intermédiaire t_i elle vaut :

$$\Delta\sigma_r [t_1, t_i] = E_p \xi_r (r(t_i) - r(t_1))$$

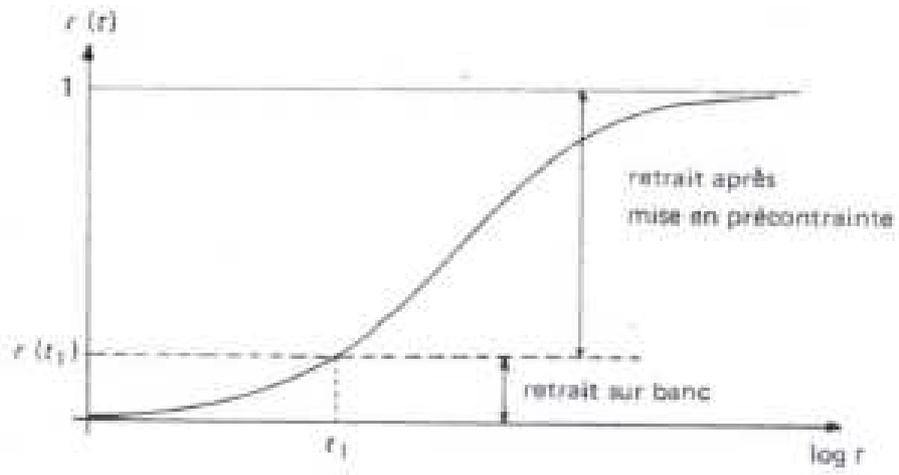


Fig. 6 : Efet différé du retrait

Perte de tension due au fluage du béton

La perte de tension s'obtient en écrivant l'égalité des déformations de l'acier et du béton,

$$\text{soit } \Delta\sigma_{\text{fl}} = E_p \xi_{\text{fl}}$$