

Chapitre 1

Généralités sur le béton précontraint

Historique

C'est seulement à la fin des années 1920 que les progrès dans la fabrication des aciers durs et une meilleure connaissance du comportement différé du béton ont permis à **Eugène Freyssinet** de mettre au point le béton précontraint, dans lequel **les efforts de compression permanents** sont obtenus à l'aide d'armatures en acier fortement tendues.

Les premières réalisations de structures précontraintes par post-tension sont européennes dans les années 1920-1930, mais c'est au USA et en Australie que le développement de la précontrainte dans le bâtiment a connu son plus grand essor dès les années 60. Les avantages apportés par cette technique ont rapidement été mis en évidence et améliorés grâce aux efforts développés par les entreprises dans la recherche et le développement de méthodes efficaces encadrées par l'édition de recommandations techniques. En quelques années, plusieurs dizaines de millions de m² de planchers post-contraints ont été construits sur le seul territoire des USA.

En France, c'est dans les années 70-80 que la précontrainte a réellement commencé à faire son apparition dans les planchers de bâtiment comme adaptation des techniques employées dans les ouvrages d'art.

À ce jour, de nombreuses applications ont été réalisées en France ; cependant, celles-ci ont souvent été initiées du fait des limites techniques du béton armé plutôt qu'en réponse à une volonté d'optimisation des structures. On peut citer à titre d'exemple la réalisation de parkings de centres commerciaux dans les années 70, le ministère des Finances au début des années 80 ou encore le Parlement européen de Strasbourg en 1998.

D'autres réalisations nécessitant de larges surfaces libres, telles que les hôpitaux ou les salles de sports, ont fait appel à des techniques de poutres ou de planchers précontraints par post-tension. Certaines applications de renforcement de structure après incendie ou pour mise aux normes de structures dans des zones sismiques ont été également réalisées. La construction de planchers précontraints continue de se développer dans les parties du monde où cette technique est historiquement utilisée et dans de nombreux pays européens, mais elle se développe aussi depuis les années 90 dans certaines zones émergentes du globe (Dubai, Hong Kong...). Les possibilités techniques très étendues de la précontrainte par post-tension sont souvent illustrées par d'audacieuses structures. Le marché mondial pour la réalisation de bâtiments post-contraints est estimé à 100 000 tonnes d'acier de précontrainte par an.

Introduction

La « **précontrainte** » est un concept inventé par Eugène Freyssinet. Ce terme – signifiant contraint avant » – indique que le béton est soumis à un serrage préalable. Le béton précontraint est alors soumis à une compression qui se superpose aux éventuelles tractions réduisant ainsi les risques de fissuration. Initialement développé dans le domaine des ponts, le béton précontraint s'est largement étendu à l'ensemble des ouvrages du domaine de la construction, dont celui du bâtiment.

Principes du béton précontraint

Les deux exemples suivants permettent de mieux comprendre l'apport de la précontrainte :

a. Expérience simple

Une expérience simple peut être faite avec des morceaux de sucre représentant des éléments préfabriqués. Si l'on considère huit morceaux de sucre que l'on assemble par juxtaposition suivant leur grande face disposée horizontalement (*fig. 1*), l'application d'une force centrée P sur les deux faces d'extrémité (entre le pouce et le majeur par exemple) conduit à un ensemble qui est « précontraint ».

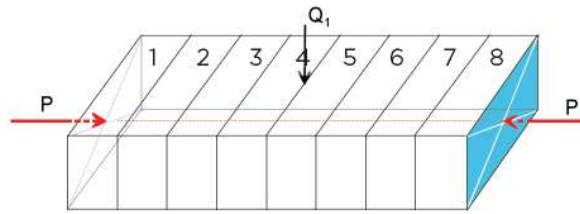


Fig. 1 • Blocs assemblés par compression (précontrainte) selon la plus grande dimension horizontale.

Si l'on applique une force $Q1$ à mi portée et que l'on augmente son intensité jusqu'à l'effondrement, on constate que la ruine se produit par ouverture du joint inférieur entre les morceaux n° 4 et 5.

Que se passe-t-il si l'on retourne l'ensemble dans le sens vertical (fig. 2) ?

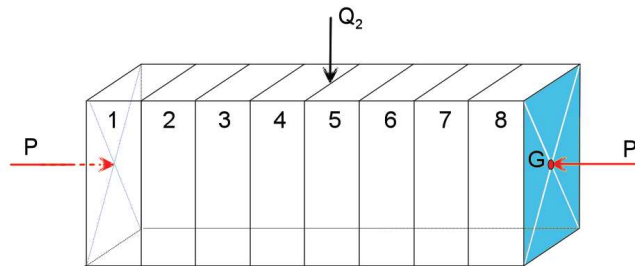


Fig. 2 • Blocs assemblés par précontrainte, selon la plus petite dimension horizontale

La charge de ruine $Q2$ est plus grande que $Q1$.

En remplaçant la position du point de serrage vers le bas (fig. 3), l'effort de ruine $Q3$ est encore plus élevé : $Q3 > Q2 > Q1$

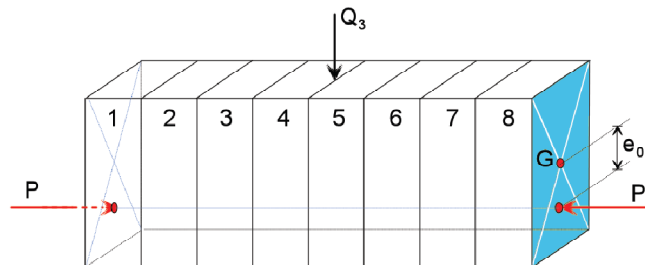
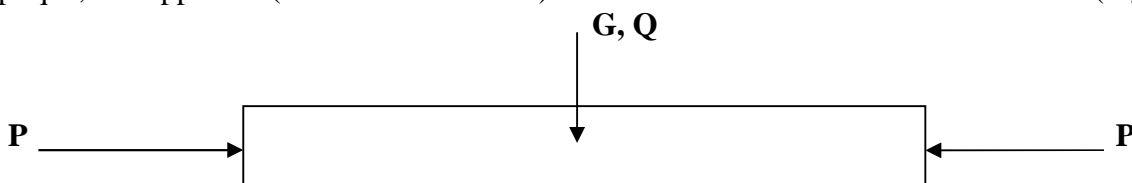
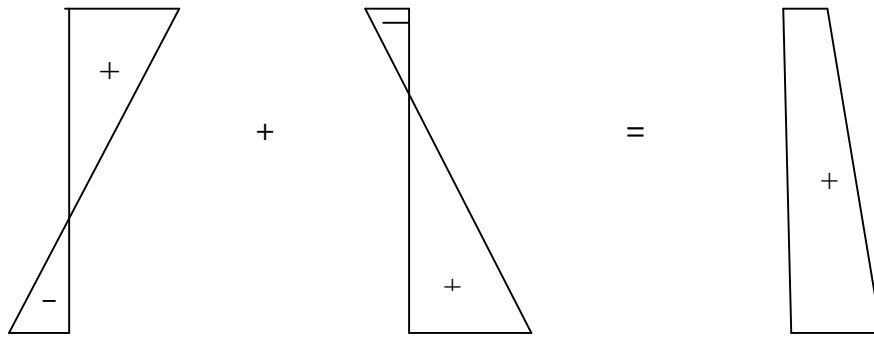


Fig. 3 • Blocs assemblés par précontrainte, selon la plus petite dimension horizontale avec effort excentré

L'effort de serrage apporté par la précontrainte permet de bénéficier du frottement d'un bloc sur l'autre et évite le glissement des blocs entre eux.

La précontrainte a pour objectif, en imposant aux éléments un effort de compression axial judicieusement appliqué, de supprimer (ou fortement limiter) les sollicitations de traction dans le béton (Figure 4).





Effet de la flexion + **Effet de la précontrainte** = **Elément précontraint**

Fig .4

Cette précontrainte peut être :

Une précontrainte partielle: autorisation des contraintes de traction limitées.

Une précontrainte totale: élimination totale des contraintes de traction.

Freyssinet énonçait :

« **Précontraindre une construction, c'est la soumettre, avant application des charges, à des forces additionnelles déterminant des contraintes telles que leur composition avec celles provenant des charges donne en tous points des résultantes inférieures aux contraintes limites que la matière peut supporter indéfiniment sans altération** ».

Avantages et Inconvénients de la précontrainte

Avantages

- 1) Une compensation partielle ou complète des actions des charges.
- 2) Une économie appréciable des matériaux.
- 3) Augmentation des portés économiques.
- 4) Une réduction des risques de corrosion.

Inconvénients

- 1) La nécessité de matériaux spécifiques.
- 2) La nécessité de main d'œuvre qualifié.
- 3) La nécessité d'équipements particuliers.
- 4) Risque de rupture à vide par excès de compression.
- 5) Un calcul relativement complexe.