

7- LA DÉFORMATION DES BÉTONS.

La résistance mécanique et la déformation sont des caractéristiques importantes du béton, car elles jouent un grand rôle non pas seulement pour la stabilité, mais aussi la durabilité des ouvrages.

Lorsque le béton est soumis à l'action d'une charge rapidement croissante, il se comporte comme un matériau fragile. D'une part, sa rupture n'est pas précédée de déformations importantes et d'autre part, sa résistance à la traction est beaucoup plus faible que sa résistance à la compression. La résistance à la traction s'annule même complètement si des fissures de retrait se sont développées.

Le choix judicieux des matériaux, une mise en œuvre correcte, l'adoption de dispositions constructives appropriées jouent un rôle essentiel dans l'art de construire. Toutefois, comme une partie importante de ses activités est consacrée aux problèmes de dimensionnement des constructions, l'ingénieur attache une importance particulière aux caractéristiques de résistance mécanique et de déformation des matériaux, car leur connaissance lui est indispensable pour réaliser des constructions à la fois sûres et économiques.

Dès la fin de la mise en œuvre, le béton est soumis à des déformations, même en absence de charges.

7.1. Le retrait

C'est la diminution de longueur d'un élément de béton. On l'assimile à l'effet d'un abaissement de la température qui entraîne un raccourcissement.

Causes et constatation	Remèdes
Le retrait avant-prise est causé par l'évaporation d'une partie de l'eau que contient le béton. Des fissures peuvent s'ensuivre car le béton se trouve étiré dans sa masse.	Il s'agit de s'opposer au départ brutal de l'eau par : - la protection contre la dessiccation. - l'utilisation d'adjuvants ou de produits de cure.
Après la prise, il se produit : - Le retrait thermique dû au retour du béton à la température ambiante après dissipation de la chaleur de prise du ciment. On constate une légère diminution de longueur.	Il faut éviter de surdoser en ciment. Les ciments de classe 45 accusent moins de retrait que ceux de classe 55 de durcissement plus rapide.
- Le retrait hydraulique est dû à une diminution de volume résultant de l'hydratation et du durcissement de la pâte de ciment. Le retrait croît avec la finesse de ciment et le dosage.	Le béton aura d'autant moins de retrait qu'il sera plus compact ; ce qui dépend de la répartition granulaire, car un excès d'éléments fins favorise le retrait ainsi que les impuretés (argiles, limons).

Estimation du retrait : $\Delta l = 3\text{‰} \times L$.

Δl – est le raccourcissement.

L – est la longueur de l'élément.

Si une corniche en béton armé a une longueur de 15 cm, le retrait est de l'ordre de:

$$3 \text{‰} \times 15000 \text{ cm} = 0,45 \text{ cm.}$$

7.2. La dilatation

Puisque le coefficient de dilatation thermique du béton est évalué à 1×10^{-5} , pour une variation de $\pm 20 \text{ }^\circ\text{C}$ on obtient: $\Delta l = \pm 2 \text{‰} \times \text{longueurs}$.

Pour chaînage en B.A. de 20 m de longueur et un écart de température de $20 \text{ }^\circ\text{C}$, on a une dilatation de : $2 \text{‰} \times 2000 \text{ cm} = 0,4 \text{ cm}$.

7.3. Le fluage

Lorsqu'il est soumis à l'action d'une charge de longue durée, le béton se comporte comme un matériau VISCO-ELASTIQUE. La déformation instantanée qu'il subit au moment de l'application de la charge est suivie d'une déformation lente ou différée qui se stabilise après quelques années. C'est ce que l'on appelle le fluage (Fig. 6.7.1).

Le fluage est pratiquement complet au bout de 3 ans.

Au bout d'un mois, les 40 % de la déformation de fluage sont effectués et au bout de six mois, les 80%. Estimation de la déformation de fluage:

$$\Delta l = 4 \text{ à } 5 \text{ ‰ longueur.}$$

Cette déformation varie surtout avec la contrainte moyenne permanente imposée au matériau.

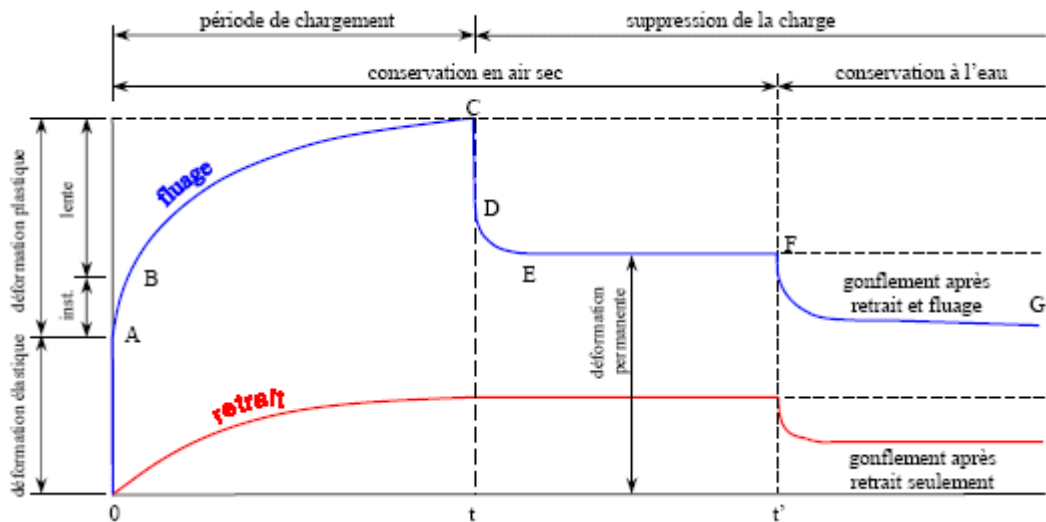


Fig. 6.7.1 : Chargement et déchargement. (Déformation réactive de retour).

7.4. Élasticité du béton

Le module d'élasticité E est défini par le rapport:

$$E = \frac{\text{contrainte unitaire}}{\text{déformation relative}}$$

Pour les projets courant, on admet:

$E_{ij} = 11\,000 f_{cj}^{1/3}$ (module de déformation longitudinale instantanée du béton) avec f_{cj} = résistance caractéristique à « j » jours. $E_{vj} = 3\,700 f_{cj}^{1/3}$ (module de déformation différée) avec $f_{cj} = 1,1 f_{c28}$. Il s'ensuit que

$$E_{vj} \approx \frac{1}{3} \text{ de } E_{ij}.$$

Notes : E_{ij} , E_{vj} , f_{c28} , f_{cj} sont exprimés en MPa.

Le module d'élasticité de l'acier est de l'ordre de : 200 000 N/mm², soit 2 000 000 dan/cm².

7.5. Effet «Poisson»

En compression comme en traction, la déformation longitudinale est aussi accompagnée d'une déformation transversale. Le coefficient « Poisson » est le rapport :

$$\frac{\text{déformation transversale}}{\text{déformation longitudinale}} \quad \text{dont la valeur varie entre 0,15 et 0,30}$$

7.6. Mécanisme de la fissuration

Deux bétons ayant un même retrait final peuvent se comporter très différemment du point de vue de la fissuration (fig. 6.7.2) :

- le béton correspondant à L ne se fissure pas ;
- le béton correspondant à L' se fissure en l au temps t.

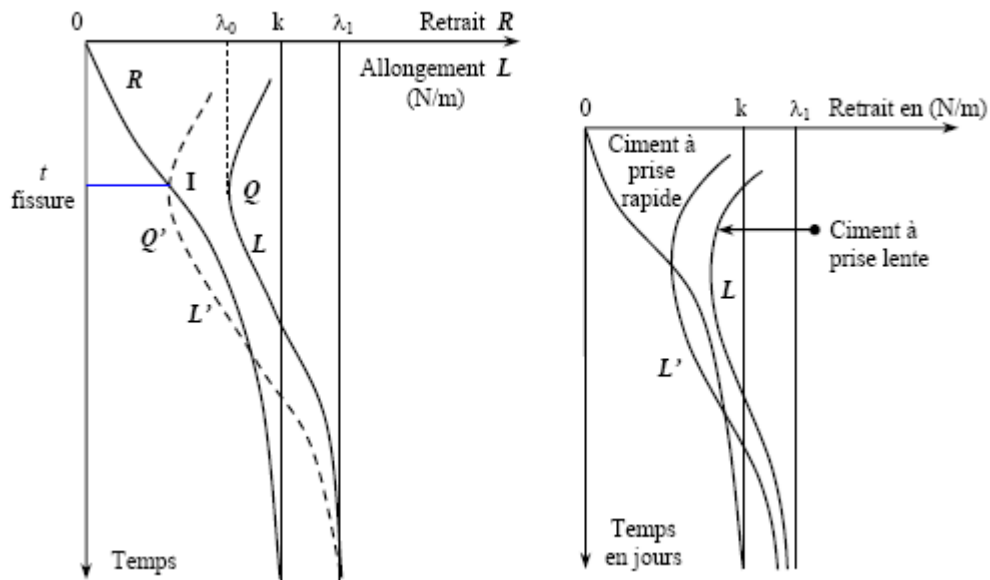


Fig. 6.7.2 : Le retrait du béton est pris en compte dans la conception des ouvrages
(Exemple: joints de retrait des dallages et planchers).

Condition de fissuration d'un béton:

Le phénomène de retrait étire le béton de telle façon que l'allongement résultant compense le raccordement imposé par le retrait, si l'élément était libre de se déformer. Le retrait augmente avec le temps, la tension interne aussi: si elle dépasse la limite de rupture du béton, la fissuration se produit.