

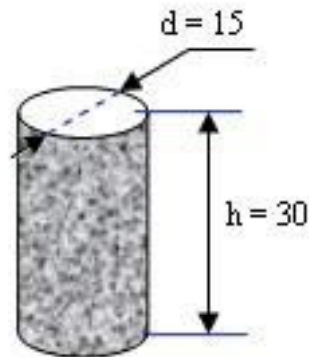
# **Caractérisation du béton à l'état durci**

## **Résistances de bétons**

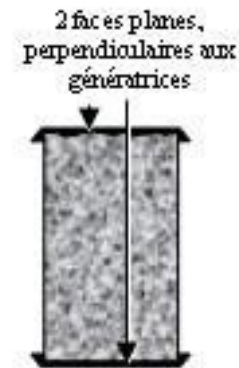
## 5. Caractéristiques principales du béton durcissant.

### 5.1. La résistance en compression

La résistance en compression à 28 jours est désignée par  **$f_{c28}$** . Elle se mesure par compression axiale de cylindres droits de révolution et d'une hauteur double de leur diamètre. Le cylindre le plus couramment employé est le cylindre de 16 (d = 15,96 cm) dont la section est de 200 cm<sup>2</sup>

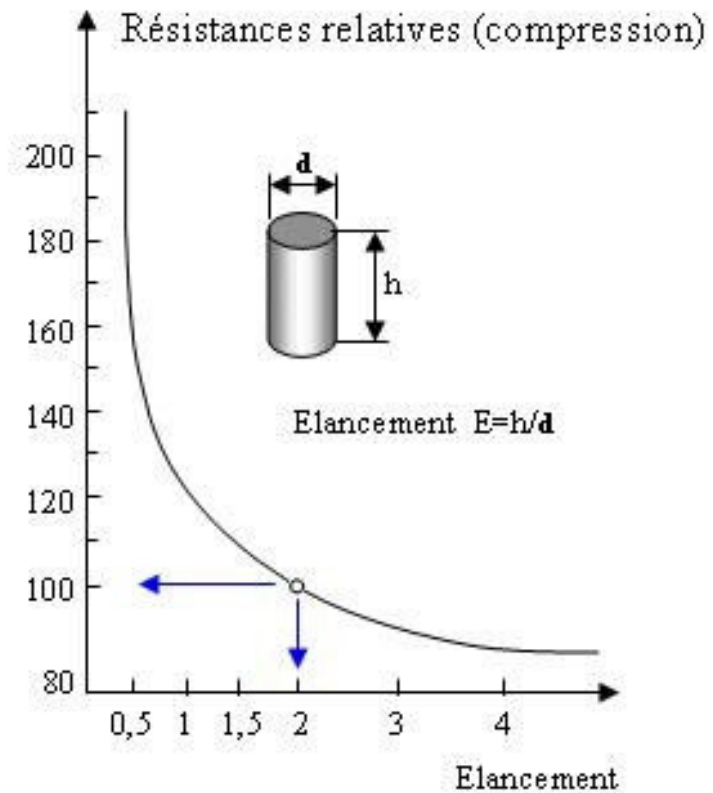
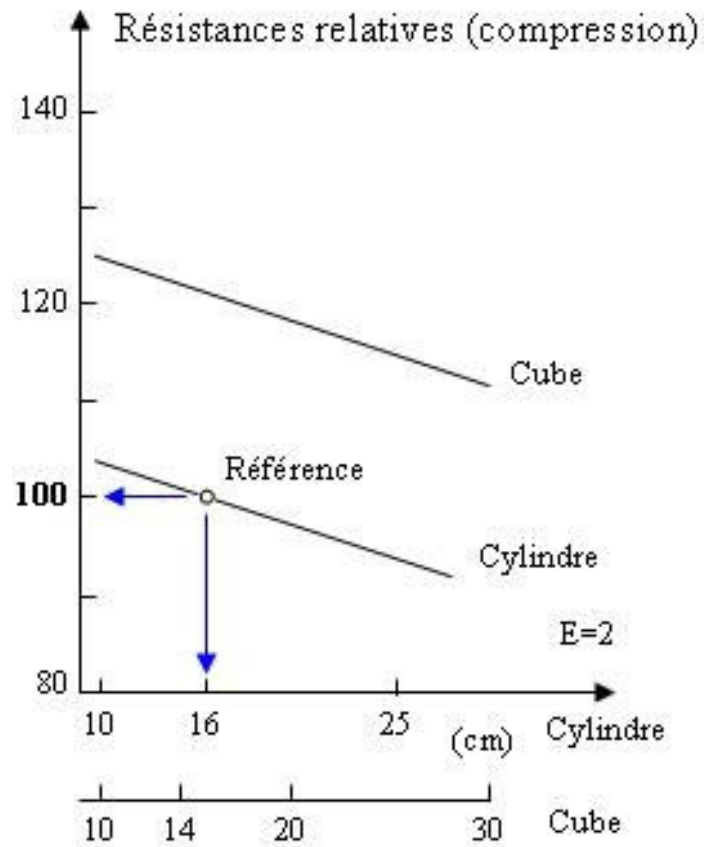


La dimension de l'éprouvette pour mesurer la résistance en compression



Le surfaçage au soufre de l'éprouvette pour l'essai sous presse

## Variations des résistances en compression d'un béton en fonction de la forme et des dimensions des éprouvettes



## **5.2. La résistance en traction**

Généralement le béton est un matériau travaillant bien en compression, mais on a parfois besoin de connaître la résistance en traction, en flexion, au cisaillement. La résistance en traction à 28 jours est désignée par  $f_{t28}$ .

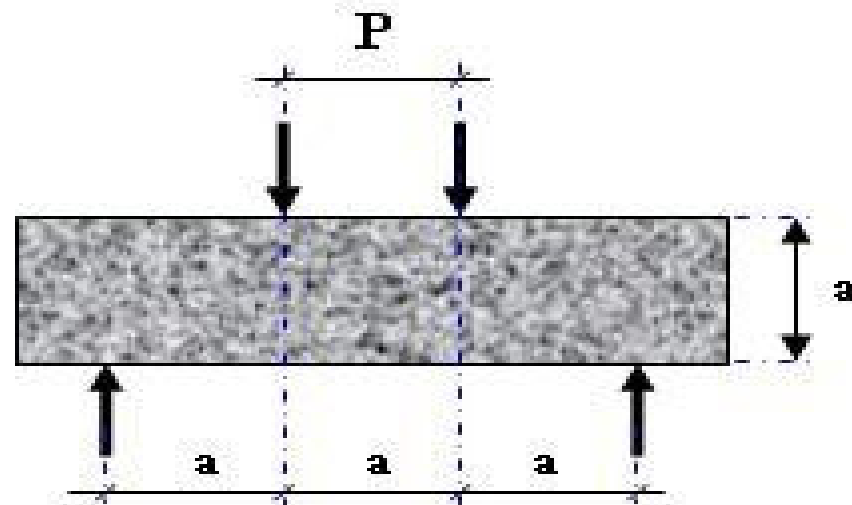
La résistance en traction - flexion

La résistance en traction par fendage

La résistance en traction directe

## La résistance en traction - flexion

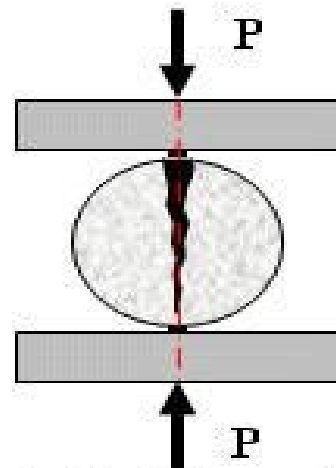
Ils s'effectuent en général sur des éprouvettes prismatiques d'élanacement 4, reposant sur deux appuis



A. Essai de traction  
par flexion

## La résistance en traction par fendage

L'essai consiste à écraser un cylindre de béton suivant deux génératrices opposées entre les plateaux d'une presse. Cet essai est souvent appelé "Essai Brésilien". Si  $P$  est la charge de compression maximale produisant l'éclatement du cylindre par mise en traction du diamètre vertical, la résistance en traction sera :

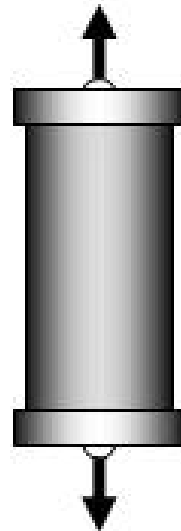


B. Essai de traction par fendage

$$f_{\sigma} = 2 \frac{P}{\pi DL}$$

## La résistance en traction directe

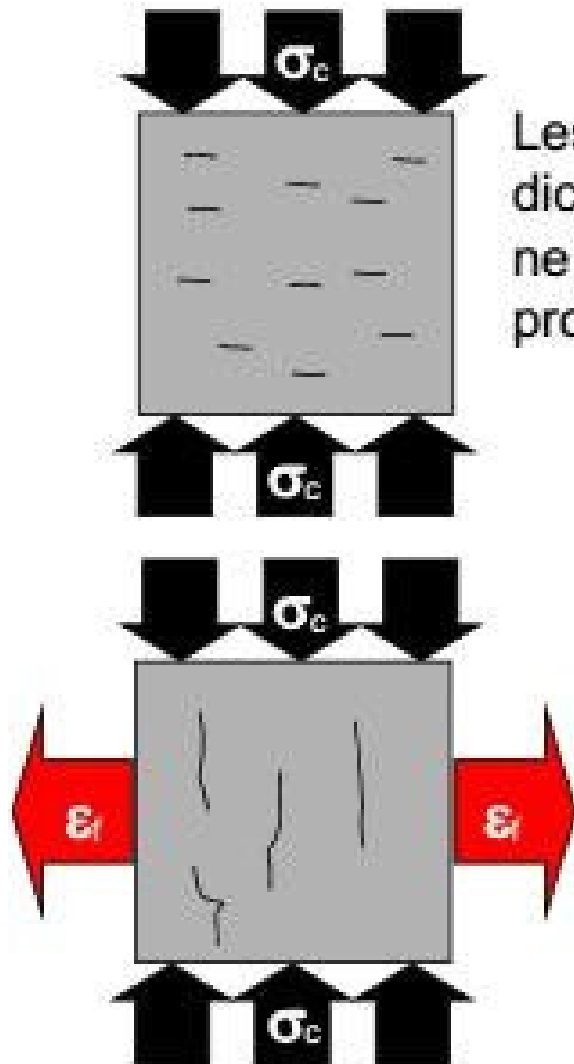
La mesure se fait par mise en traction de cylindres identiques à celle de la résistance en traction par fendage, mais l'essai est assez délicat à réaliser car il nécessite, après sciage des extrémités, le collage de têtes de traction parfaitement centrées, l'opération devant avoir lieu sans aucun effort de flexion parasite.



C. Essai de traction direct

## **La résistance en compression**

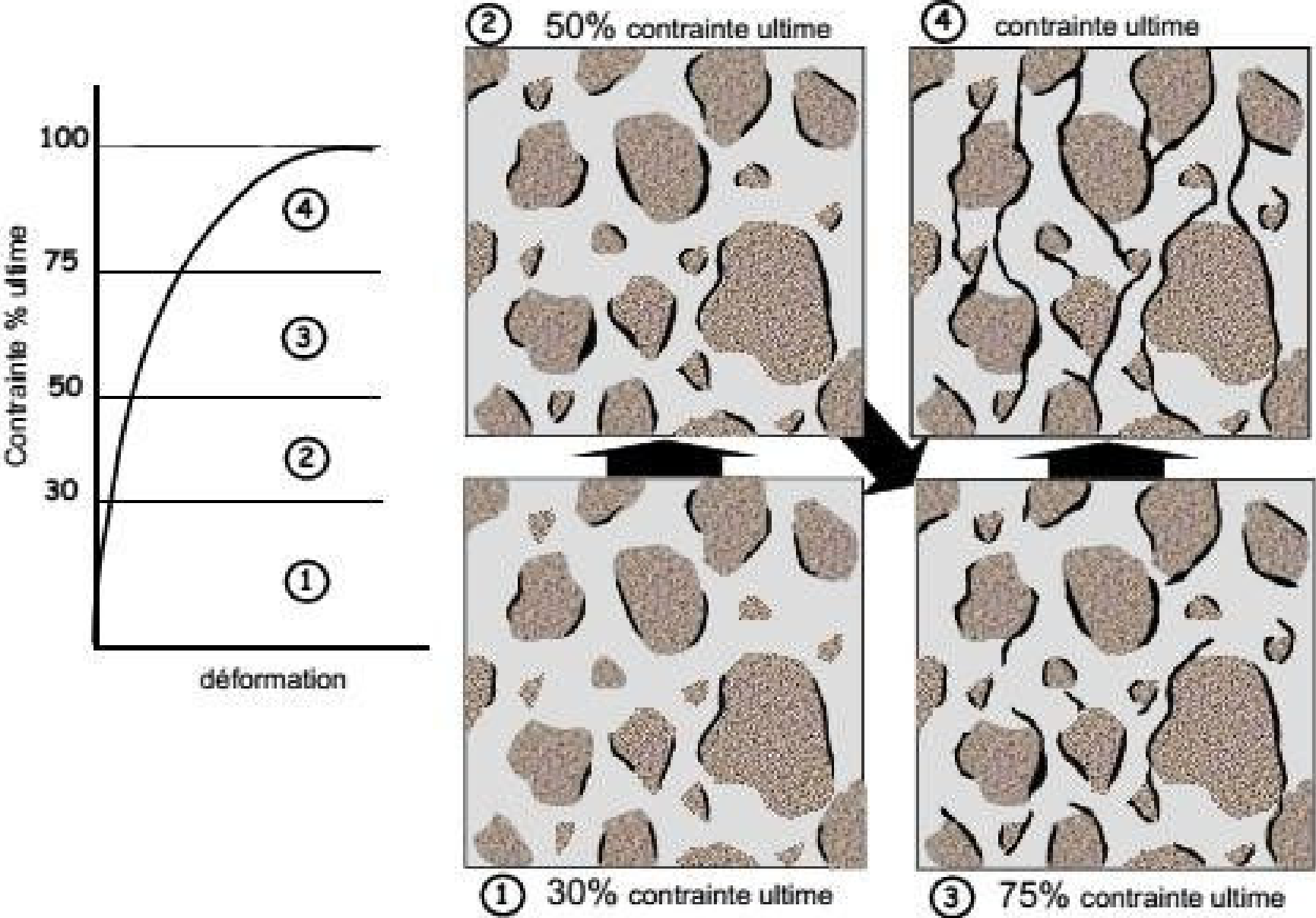
Sous l'effet d'une compression l'échantillon se raccourcit longitudinalement et gonfle latéralement



Les fissures perpendiculaires aux charges ne peuvent pas se propager



# Mode de rupture

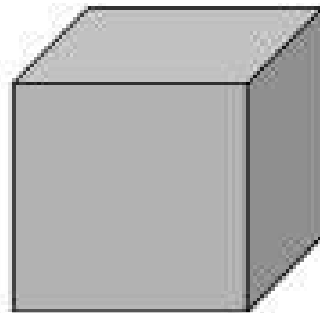


D'où la complexité du mode de rupture:

La forme de l'échantillon a un impact significatif:

$$R_{cyl} \sim 0,8 R_{cub}$$

cubes



cylindres



$$\frac{\text{hauteur}}{\text{largeur}} = 2$$

Pays

UK, Suisse, etc

USA, France, etc

Dimensions  
typiques

200 mm x  
200 mm x  
200 mm

160 mm x  
320 mm

$$D_{\min} \text{ moule} > 5 \times D_{\max} \text{ gran.}$$

Avantages

2 faces moulées

Distribution des contraintes  
plus uniforme; frettage réduit

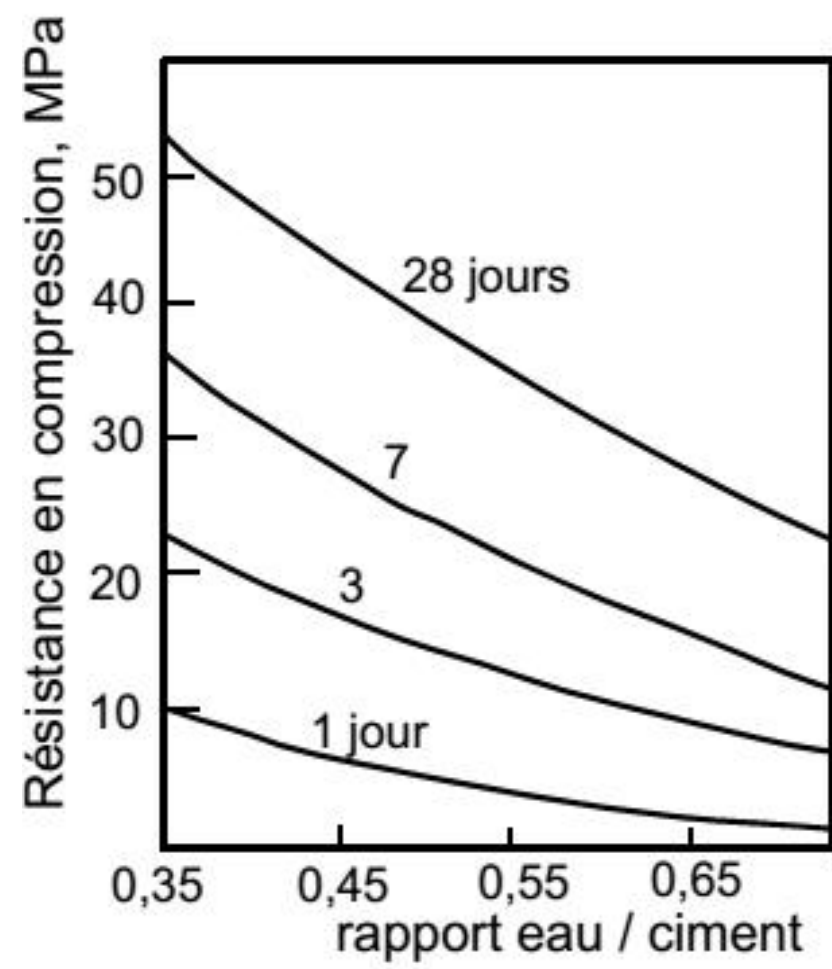
Désavantages

Résistance élevée  
par frettage;  
État de contrainte  
non uniforme

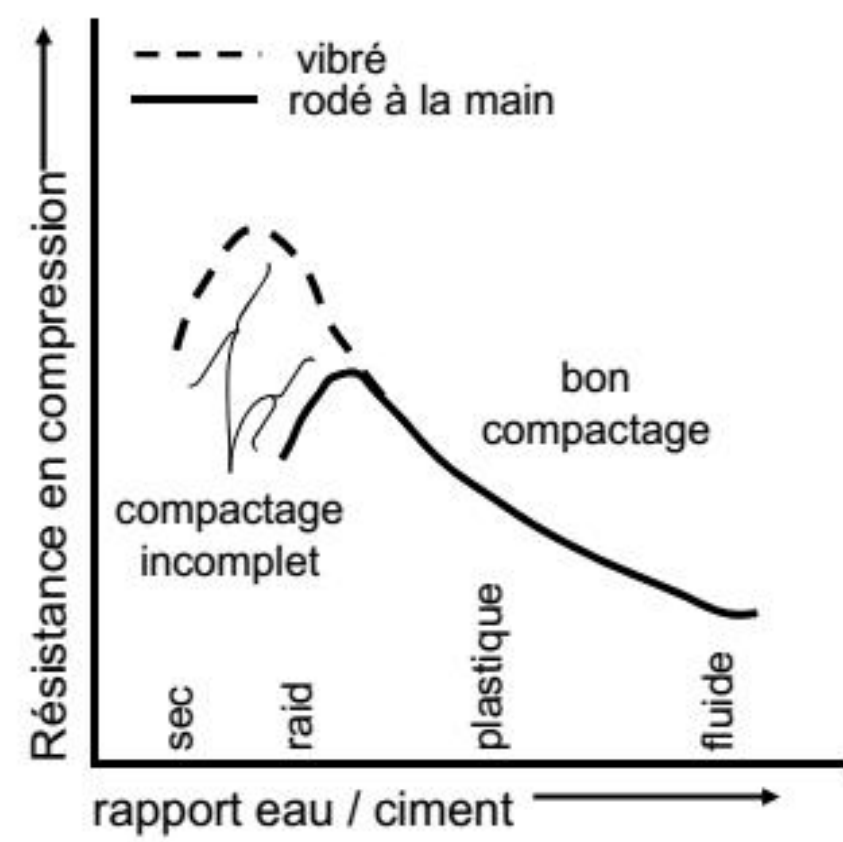
Besoin de rectifier

Les parametres qui influence les  
resistances

# Effet de l'âge et e/c

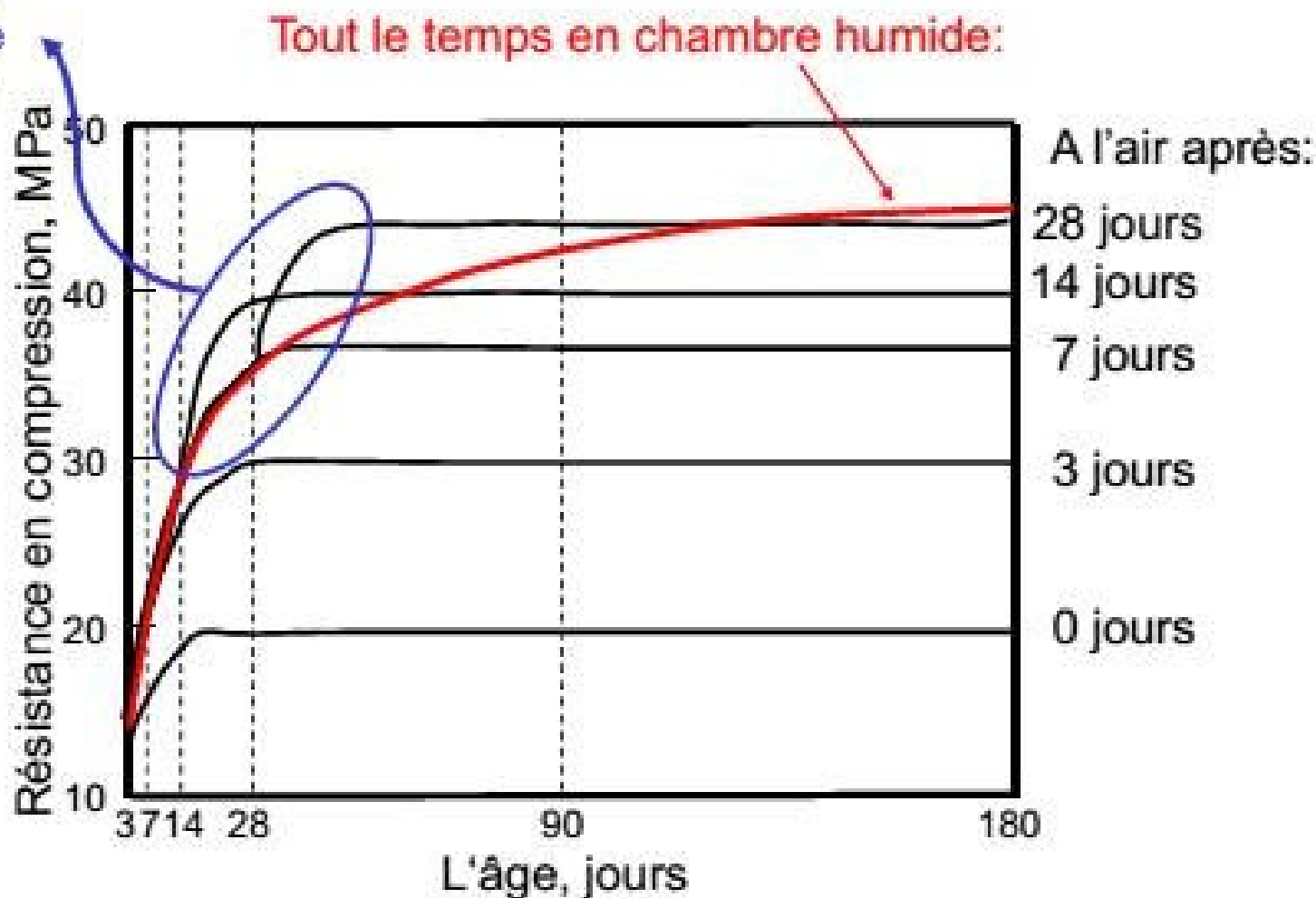


Mais attention à l'ouvrabilité



# Importance de conservation – "cure"

Pour le même état d'hydratation les échantillons secs ont une résistance plus élevée que les échantillons humides



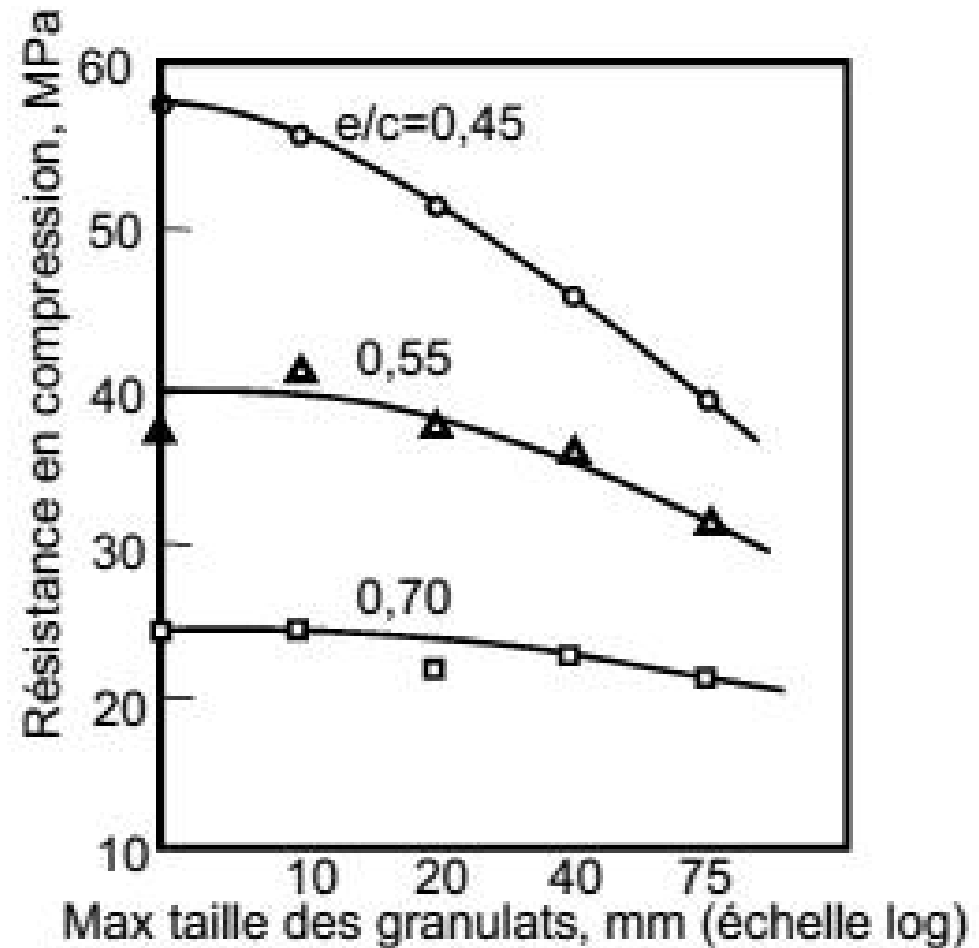
# Taille des granulats

2 effets antagonistes:

Une granulométrie étendue  
à un meilleur compactage:

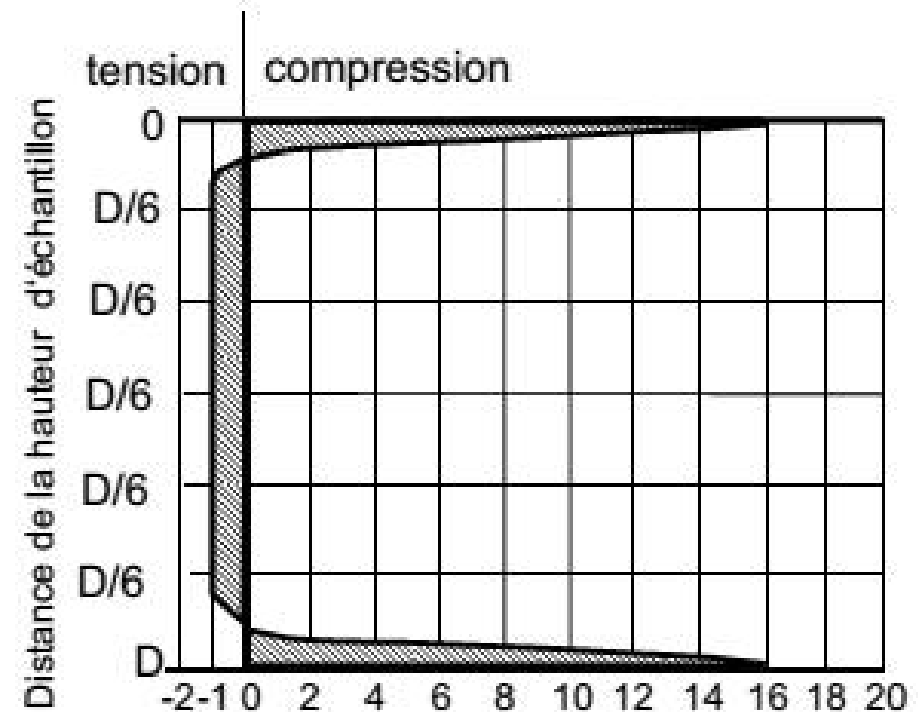
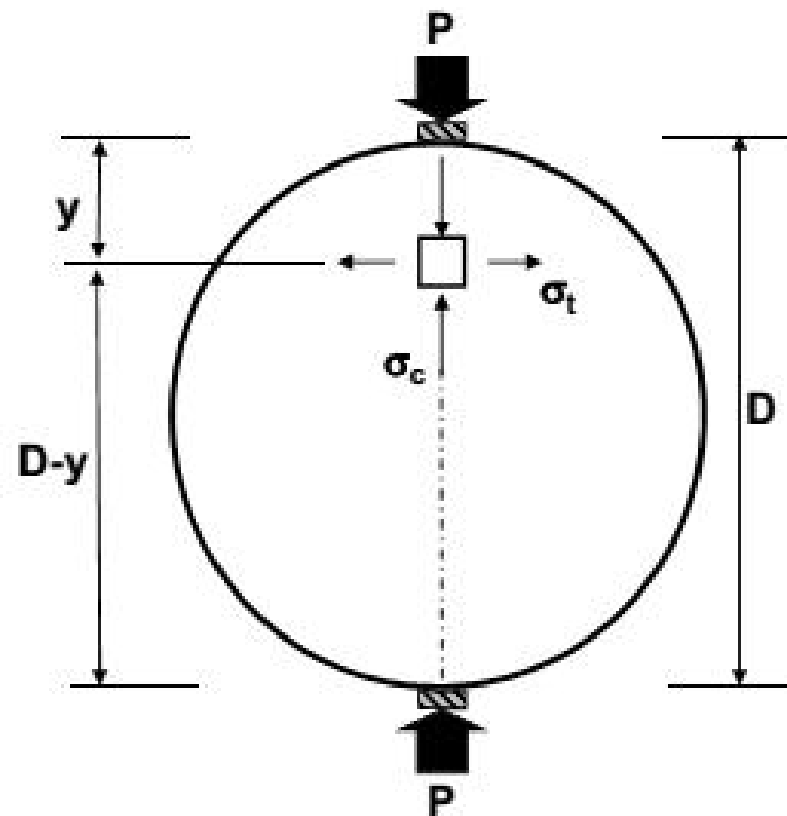
—  $e/c \downarrow, R_c \uparrow$

Mais à  $e/c$  égal:



**Résistance en tension**

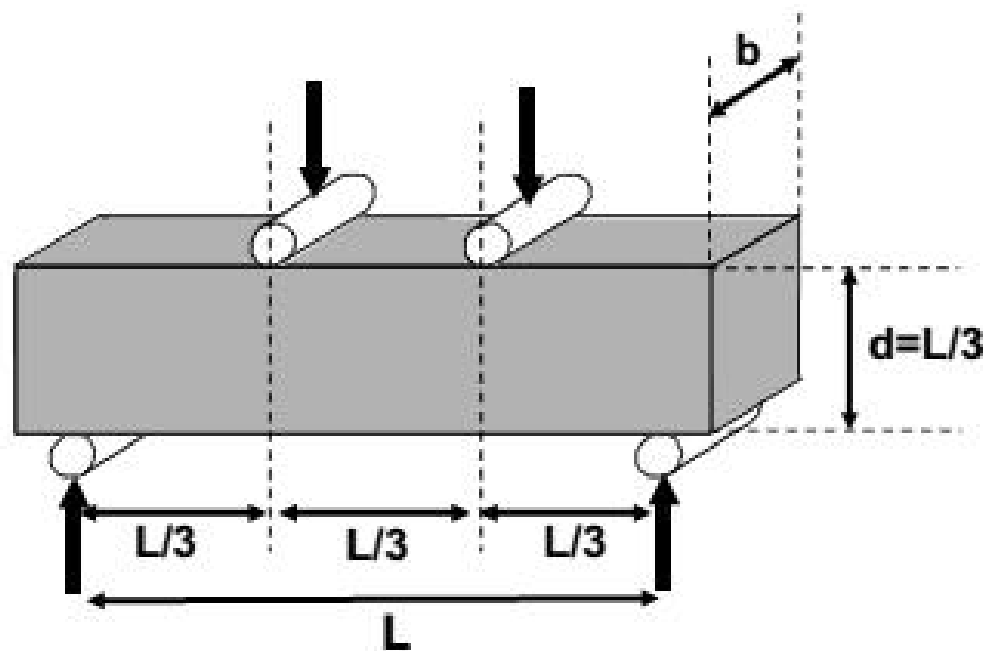
# Méthodes, indirecte:



Test „fendage Brésilien“  
Très pratique,  
peut être fait sur cylindres et carottes

$$\tau = 2P/\pi lD$$

# Flexion, 4pt



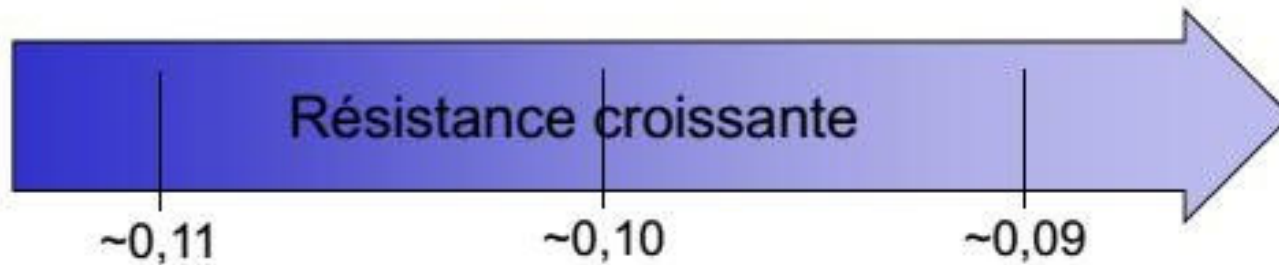
Cette résistance est plus importante pour les dalles – routes, etc, qui sont chargées en flexion

$$f_{fl} = PL/bd^2$$

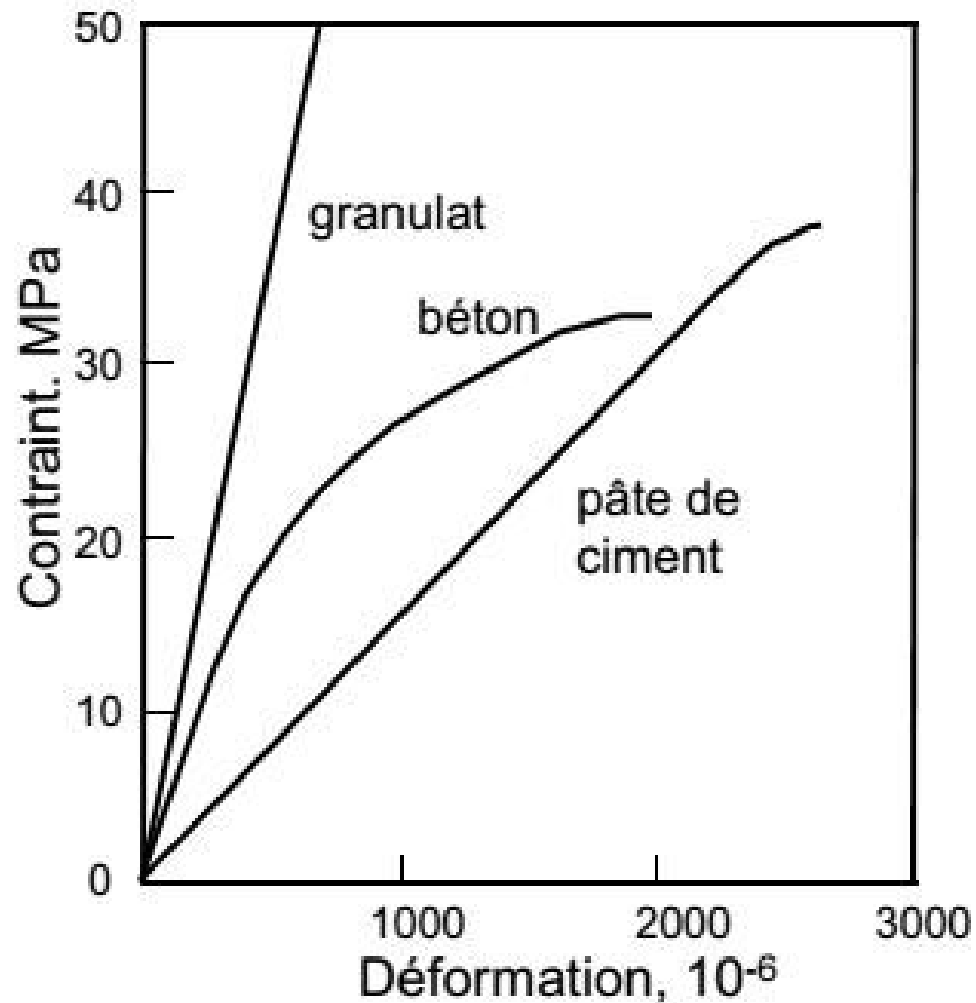
$$f_{fl} > f_t$$

# Tension vs compression

Relation non linéaire, fonction de la résistance

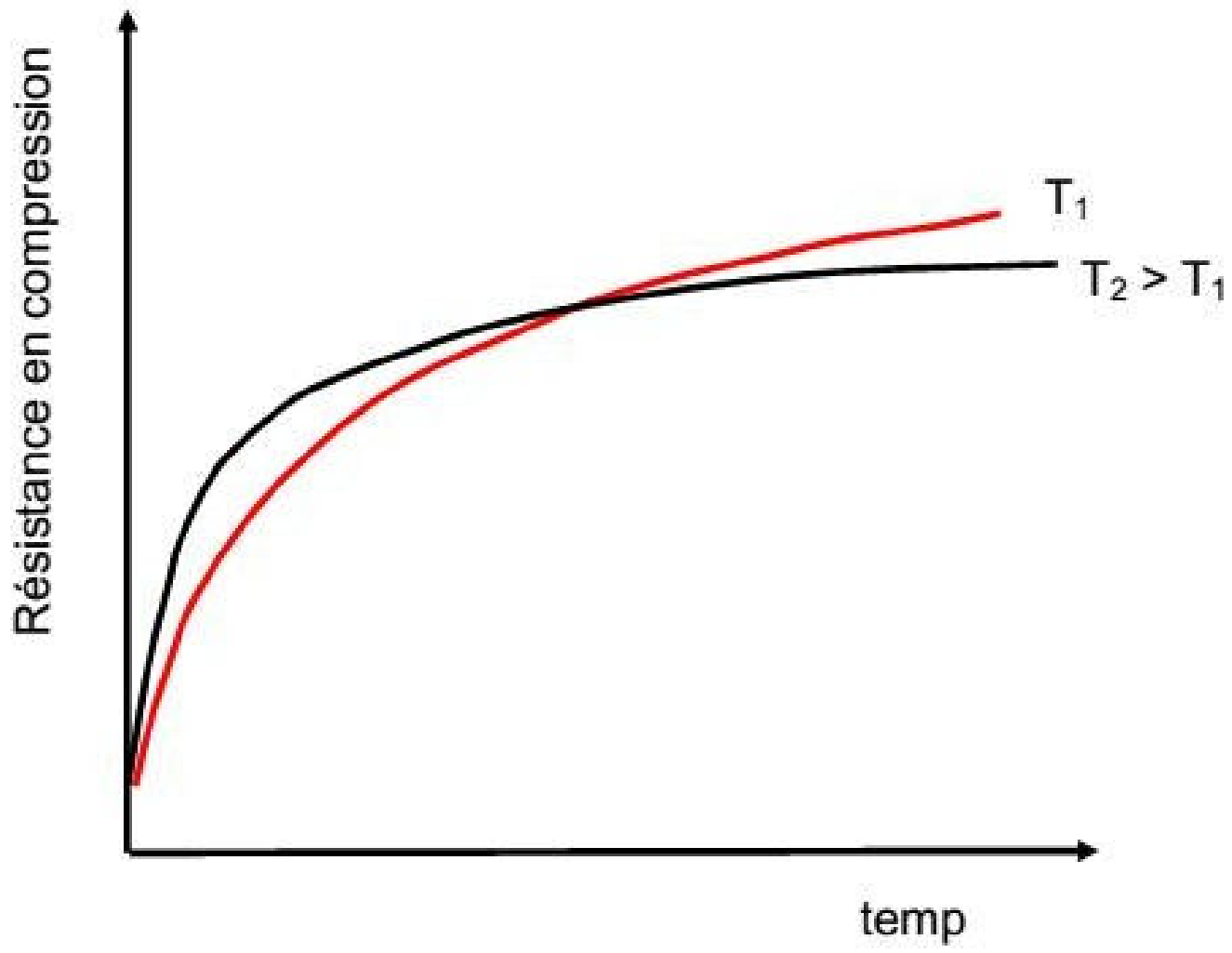


# Le béton comme matériau composite



- Les granulats et la pâte de ciment sont élastiques jusqu'à la rupture
- En revanche, le béton démontre une déviation de la linéarité avant rupture

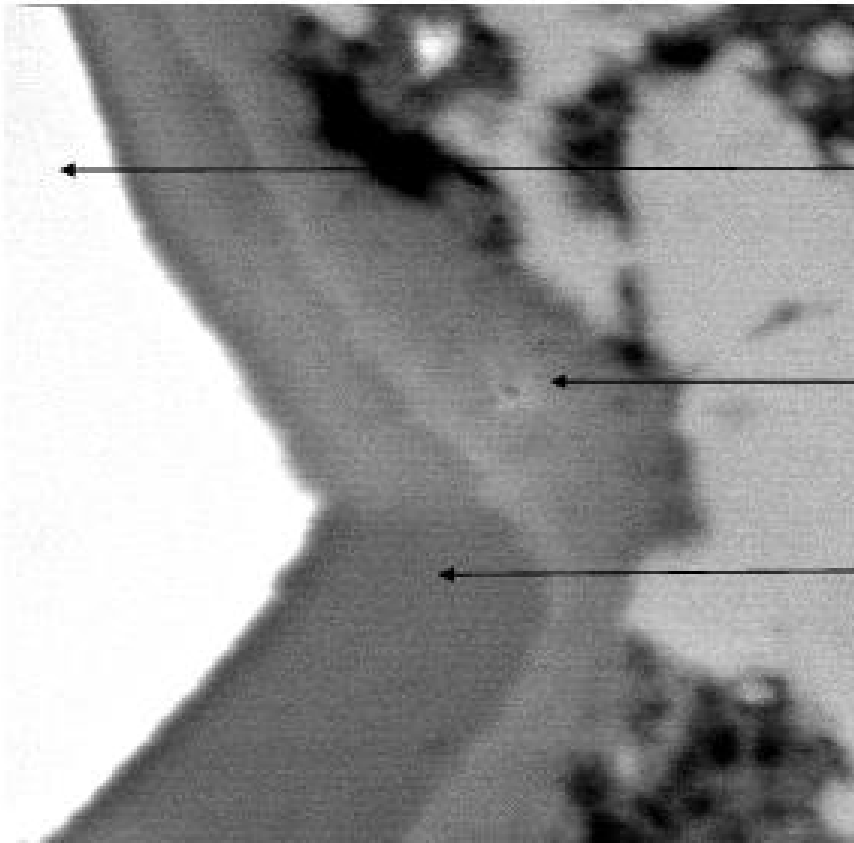
# **Effets de la température**



# T↑, modification des hydrates

T < 100°C

T ↑, C-S-H plus dense



Ciment non hydraté

Hydratation 90°C

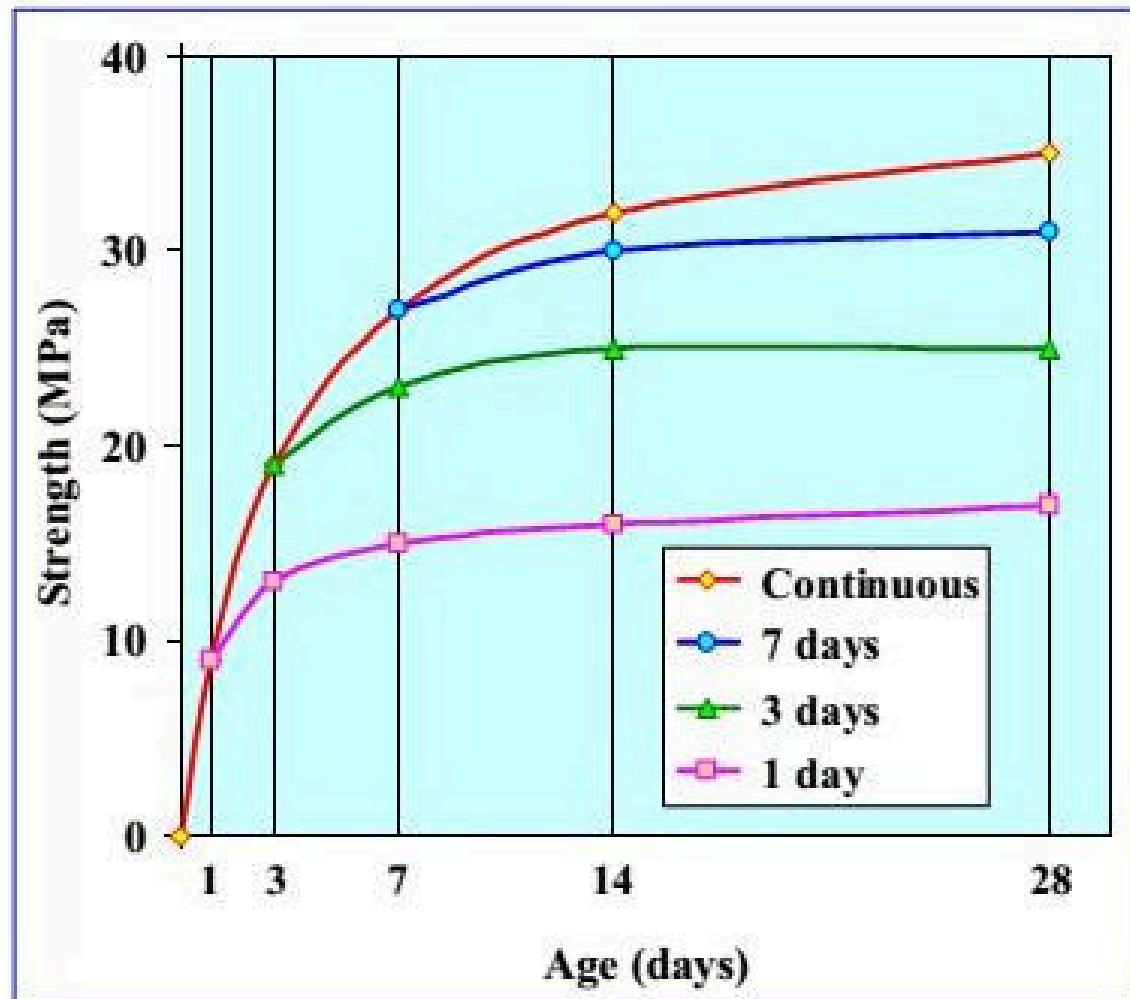
Hydratation 20°C

T > ~70°C, modification majeure au réaction des aluminates

Cure

# Effet de la conservation humide sur le développement de la résistance

La surface du béton est particulièrement sensible aux effets de conservation. Le coeur du béton est protégé par la surface, il perd de l'eau beaucoup plus lentement.



## LES EFFETS D'UNE CURE (MATURATION) ADEQUATE SUR LE BETON DURCI

- Fissuration précoce *éliminée*
- Gain en résistance *accéléré*
- Résistance à l'usure *grandement améliorée*
- Durabilité *grandement améliorée*
- Étanchéité à l'eau *grandement améliorée*

# Méthodes de cure des bétons

- **Mise sous eau ou arrosage continu**
- Natte ou bâche continuellement humide
- Sable humide ou paille
- Produits de cure commercial
- Papier hydrofuge ou film plastique
- Étuvage avec vapeur d'eau (en préfabrication)
- Maintien du coffrage en place
- Autres méthodes approuvées par le maître de l'ouvrage



# Méthodes de cure des bétons

- Mise sous eau ou arrosage continu
- **Natte ou bâche continuellement humide**
- Sable humide ou paille
- Produits de cure commercial
- Papier hydrofuge ou film plastique
- Étuvage avec vapeur d'eau (en préfabrication)
- Maintien du coffrage en place
- Autres méthodes approuvées par le maître de l'ouvrage



# Méthodes de cure des bétons

- Mise sous eau ou arrosage continu
- Natte ou bâche continuellement humide
- **Sable humide ou paille**
- Produits de cure commercial
- Papier hydrofuge ou film plastique
- Étuvage avec vapeur d'eau (en préfabrication)
- Maintien du coffrage en place
- Autres méthodes approuvées par le maître de l'ouvrage



# Méthodes de cure

- Mise sous eau ou arrosage continu
- Natte ou bâche continuellement humide
- Sable humide ou paille
- **Produits de cure commercial**
- Papier hydrofuge ou film plastique
- Étuvage avec vapeur d'eau (en préfabrication)
- Maintien du coffrage en place
- Autres méthodes approuvées par le maître de l'ouvrage



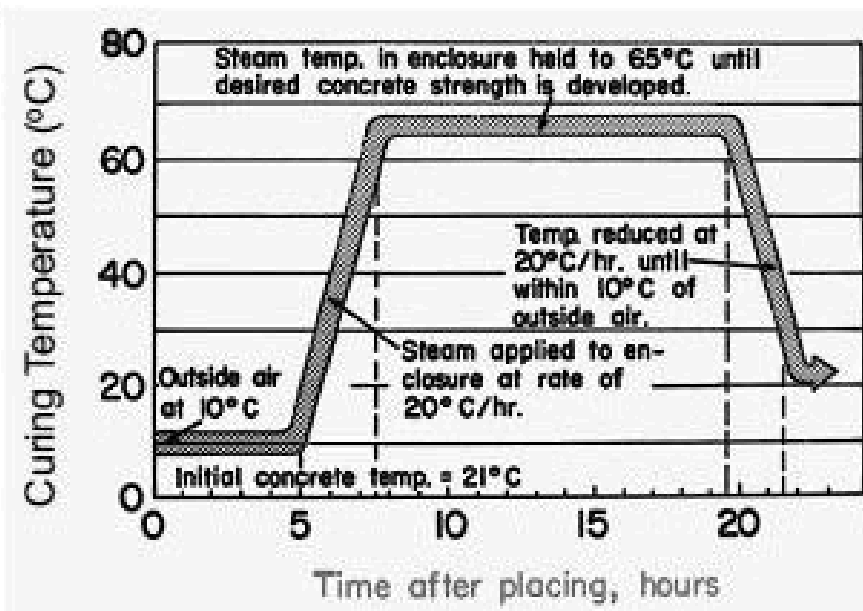
# Méthodes de cure

- Mise sous eau ou arrosage continu
- Natte ou bâche continuellement humide
- Sable humide ou paille
- Produits de cure commercial
- **Papier hydrofuge ou film plastique**
- Étuvage avec vapeur d'eau (en préfabrication)
- Maintien du coffrage en place
- Autres méthodes approuvées par le maître de l'ouvrage



# Méthodes de cure

- Mise sous eau ou arrosage continu
- Natte ou bâche continuellement humide
- Sable humide ou paille
- Produits de cure commercial
- Papier hydrofuge ou film plastique
- **Étuvage avec vapeur d'eau (en préfabrication)**
- Maintien du coffrage en place
- Autres méthodes approuvées par le maître de l'ouvrage



# Méthodes de cure

- Mise sous eau ou arrosage continu
- Natte ou bâche continuellement humide
- Sable humide ou paille
- Produits de cure commercial
- Papier hydrofuge ou film plastique
- Étuvage avec vapeur d'eau (en préfabrication)
- **Maintien du coffrage en place**
- Autres méthodes approuvées par le maître de l'ouvrage



**Fin**