

Hydratation des ciments

Prise et durcissement des bétons

Cure des bétons

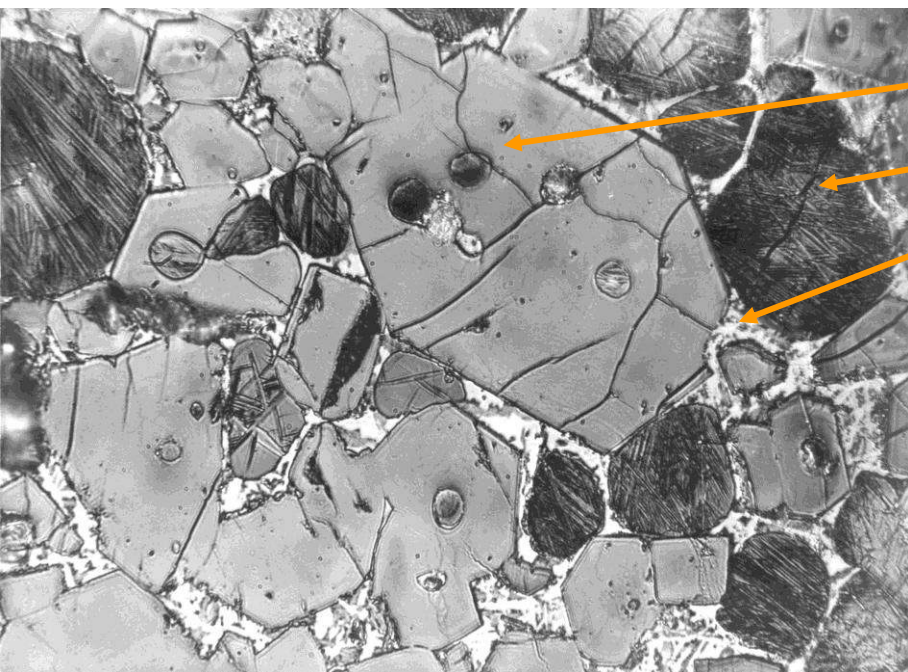


Ciments Calcia
Italcementi Group



Clinker Portland

La composition moyenne d'un clinker gris est la suivante :



C_3S (alite) : 60-70 %

C_2S (bélite): 10-20 %

C_3A : 0-14 %

C_4AF : 7-14 %

C (CaO libre): ≈ 1 %

Les **aluminates** (C_3A, C_4AF) constituent la phase interstitielle entourant les cristaux hexagonaux d'**alite** (C_3S) et les grains bistriés de **bélite** (C_2S).



Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI
P. Patillot, 22.10.2013

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

Le béton et l'eau

Dans la phase de préparation du béton frais, l'eau sert d'abord à obtenir un matériau pâteux plus ou moins fluide.

Cette "pierre liquide" va ensuite être coulée pour la fabrication de différentes pièces ou parties d'ouvrage.

Hydratation des ciments: Lorsque le ciment se trouve au contact de l'eau, il fait prise. La prise du ciment n'est donc pas un séchage, puisqu'il peut aussi faire prise sous l'eau.

La prise est un phénomène de cristallisation.

C'est la croissance et l'enchevêtrement progressifs de cristaux microscopiques (formant des jonctions entre les grains, comme une colle), qui produisent d'abord la prise, puis le durcissement (montée des résistances) du ciment, et donc du béton (mortier).

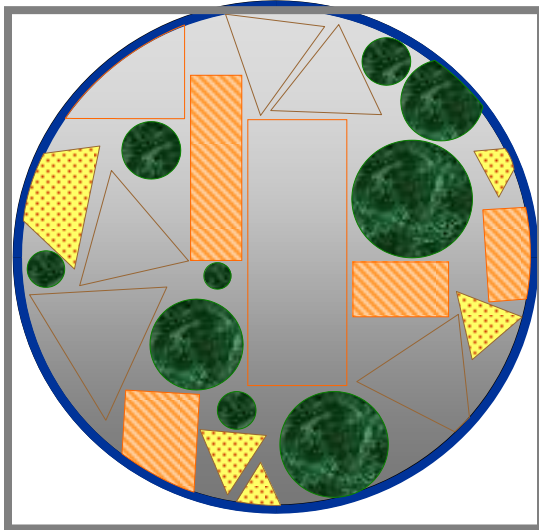


Ciments Calcia
Italcementi Group

L'hydratation du ciment

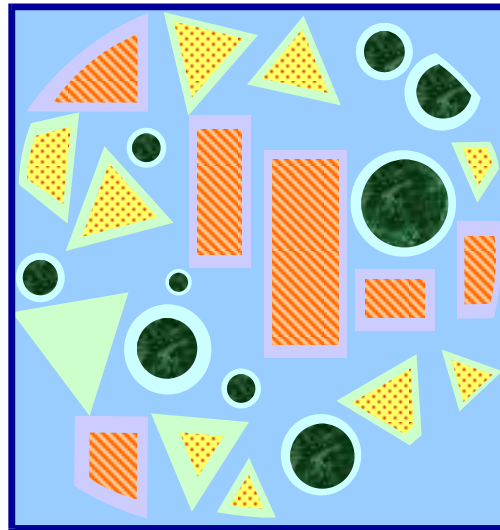
Illustration schématique

Ciment



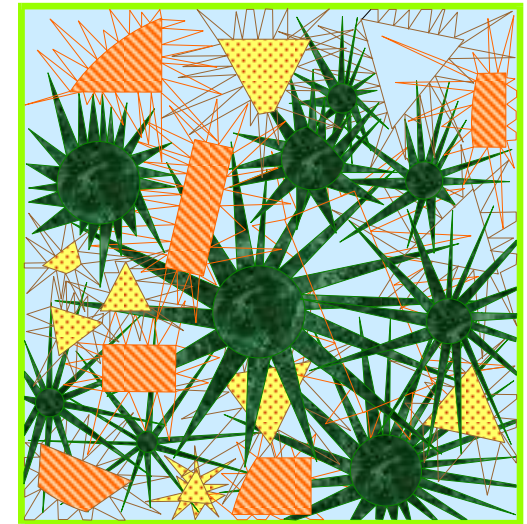
Chaque grain de ciment est composé de différents minéraux

Béton frais



Lors du gâchage, les minéraux sont dispersés et partiellement dissous par l'eau .

Béton durci



L'eau de gâchage réagit avec les minéraux et forme des cristaux d'hydrates enchevêtrés

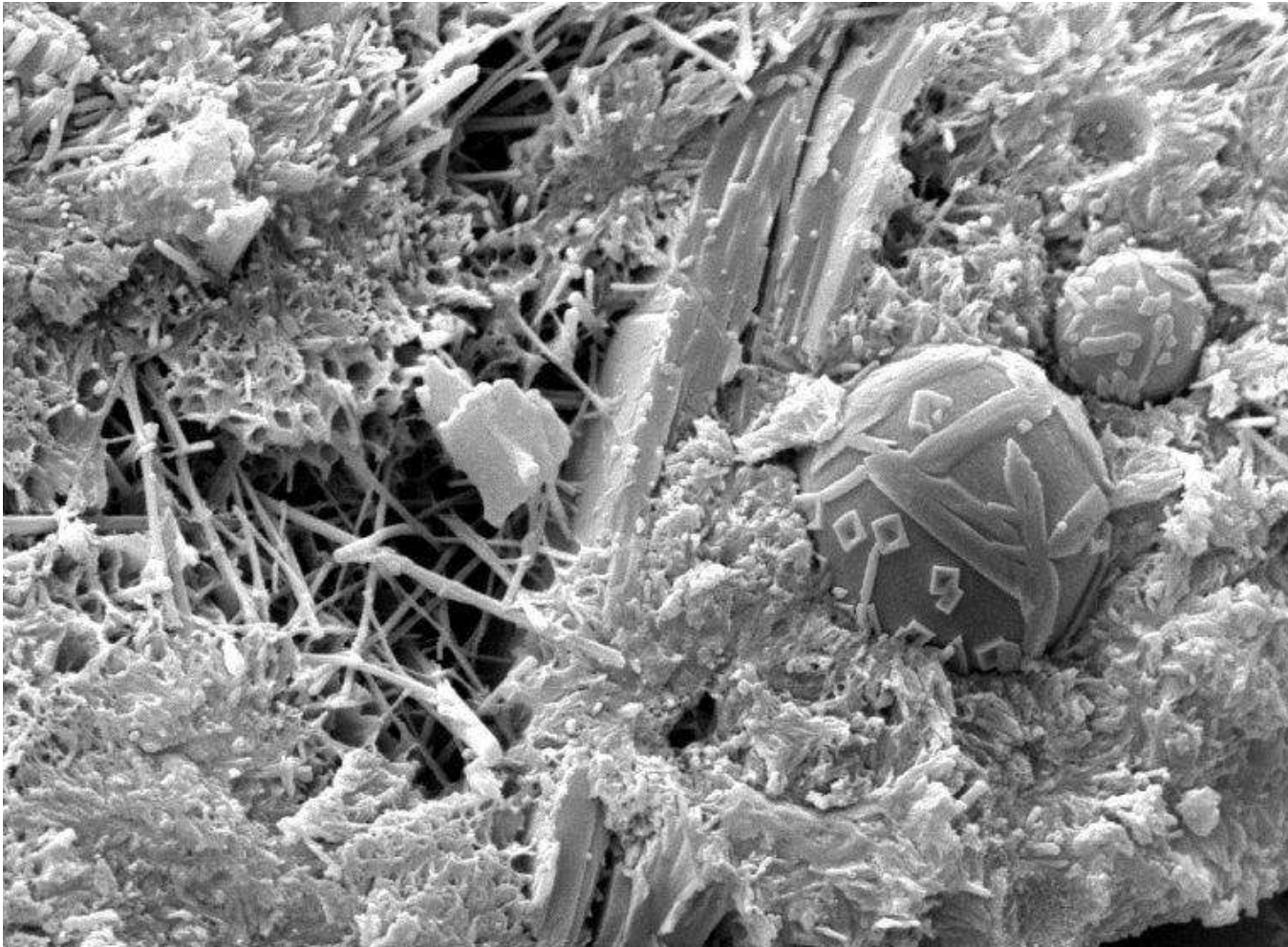


Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI
P. Patillot, 22.10.2013

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

L'hydratation du ciment



Hydratation
d'une pâte de
ciment composé à
28 jours

(X 3000)



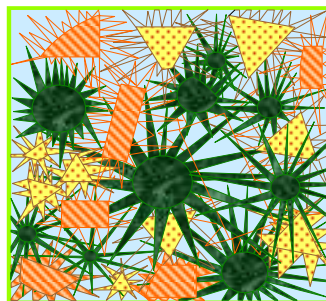
Ciments Calcia
Italcementi Group

**DB DENIS
BETON**
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI
P. Patillot, 22.10.2013

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

Prise et durcissement du béton

La formation lente et ordonnée des cristaux d'hydrates tend, dans des conditions normales, vers le comblement de tous les vides et l'enchevêtrement maximal. Cette situation est atteinte au bout de quelques semaines, voire quelques mois.



A 28 jours les ciments CEM I , CEM II atteignent généralement environ 95% de leur résistance finale

Par exemple pour un mortier normalisé à base de ciment CEM II 42.5 R, la progression de la résistance par rapport à la valeur mesurée à 28 jours est la suivante: 40% à 1 jour, 60% à 2 jours, 80% à 7 jours.



Ciments Calcia
Italcementi Group

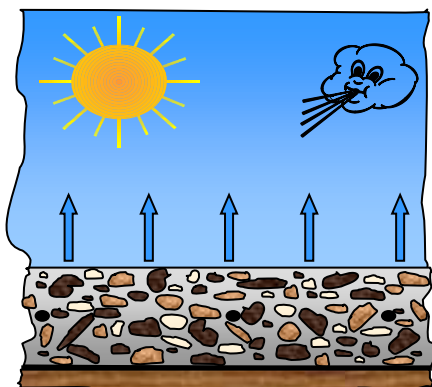
D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI
P. Patillot, 22.10.2013

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

Prise et durcissement du béton

Ainsi, le béton peut acquérir et conserver ses caractéristiques (résistance mécanique, porosité) pendant des années.

Il faut donc faire en sorte que le ciment "dispose", du début jusqu'à la fin du processus, d'une quantité minimale d'eau pour que les hydrates puissent se former convenablement, et ce même en peau du béton.



Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI
P. Patillot, 22.10.2013

APPEL GRATUIT 0 805 800 147

Le béton et l'eau

Le béton: Importance de l'eau

L'eau est nécessaire pour hydrater le ciment (environ 25% du poids du ciment).

Bien entendu, sa quantité réelle dans un béton est supérieure car elle doit aussi permettre la mise en œuvre du béton.

Mais tout excès d'eau est préjudiciable au béton, en entraînant notamment des baisses de résistance, des dégradations de l'état de surface, et en favorisant la fissuration.

Pas de rajout d'eau



Ciments Calcia
Italcementi Group



Le béton et l'eau

Le béton: Importance de l'eau

Lorsque l'eau qui a servi à la mise en place du béton va lentement s'évaporer, elle va laisser place à de la porosité. Ainsi, plus la quantité d'eau introduite dans le béton est élevée, plus la porosité du béton sera élevée.

Par exemple, pour un béton dosé à 300 kg/m³ de ciment, l'eau nécessaire à son hydratation est d'environ 75 litres.

Un tel béton fabriqué avec 180 litres d'eau aura une consistance ferme.

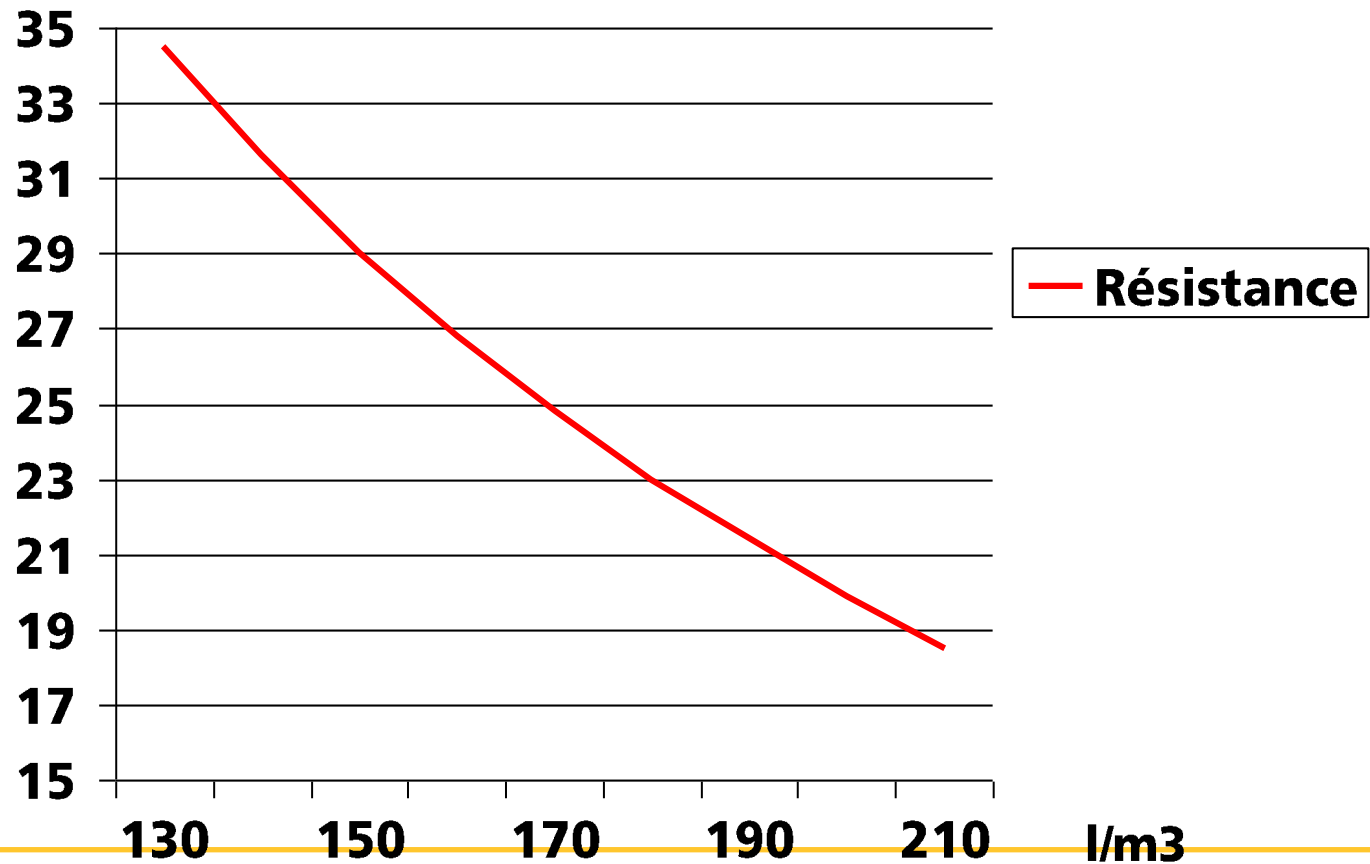
Avec 30 litres d'eau supplémentaires par m³, il deviendra très plastique et plus facile à mettre en œuvre, mais sa porosité augmentera de 3 %, et sa résistance en compression diminuera de 5 à 6 MPa.



Ciments Calcia
Italcementi Group

Le béton et l'eau

Rc (MPa)

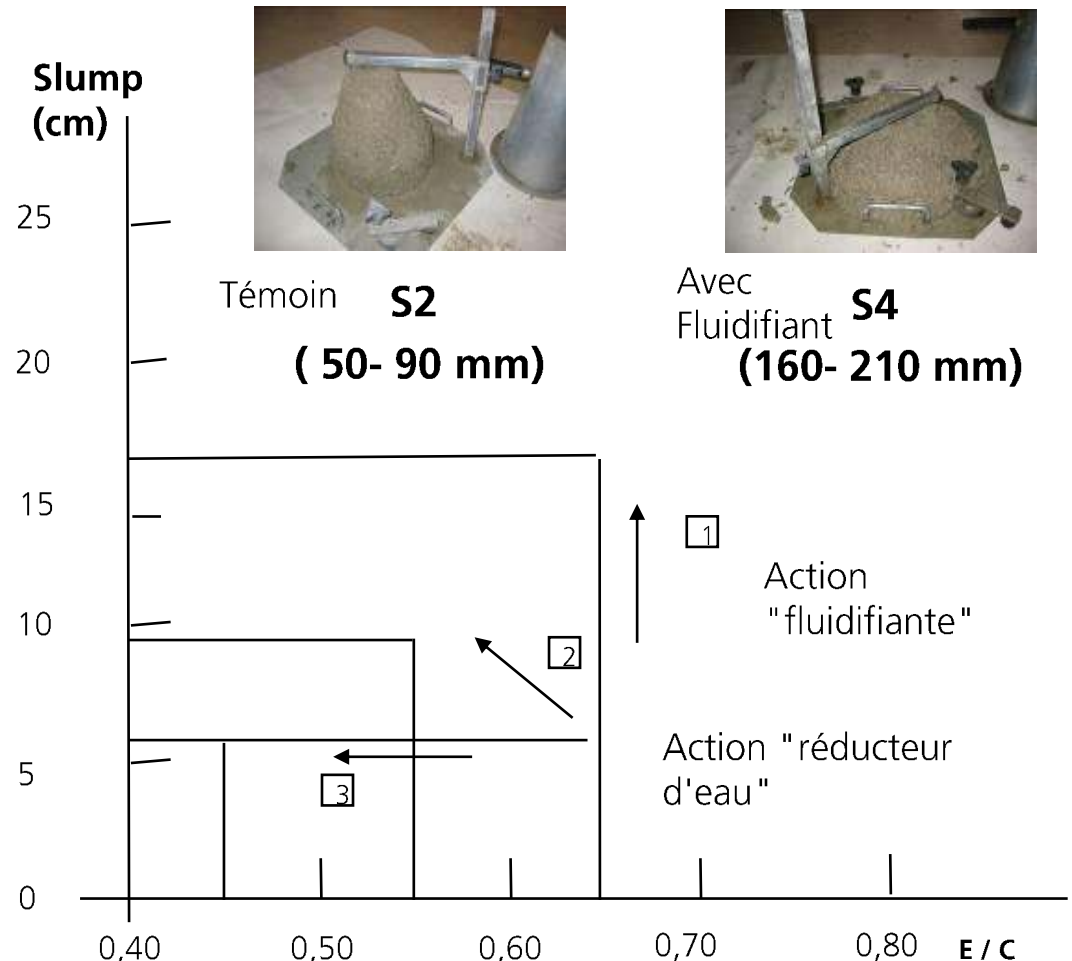


Ciments Calcia
Italcementi Group

Plastifiants et superplastifiants

**D'où l'utilisation
des plastifiants ou de
superplastifiants pour:
minimiser le besoin en
eau du béton**

- 1 = Augmentation du slump (à teneur en eau égale)
- 2 = Diminution de la teneur en eau et augmentation du slump
- 3 = Diminution de l'eau (à slump égal)



Ciments Calcia
Italcementi Group

Effet d'une perte d'eau

Quand le béton perd une trop grande quantité d'eau (absorption du support ou évaporation) :

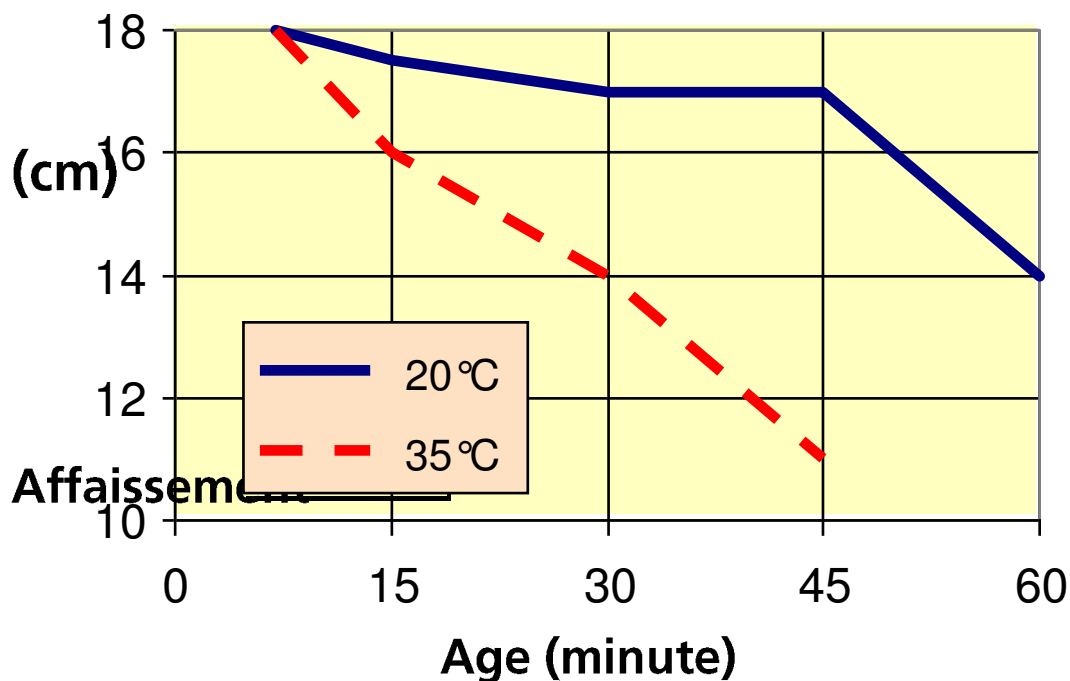
- le béton frais devient moins fluide
- Il prend et durcit dans de mauvaises conditions
- Et de plus, Il fissure



Ciments Calcia
Italcementi Group

Le béton et la température

Raidissement du béton dans le temps:
plus rapide quand la température est élevée



Ciments Calcia
Italcementi Group

D3 DENIS
BETON
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI
F. PATILLON

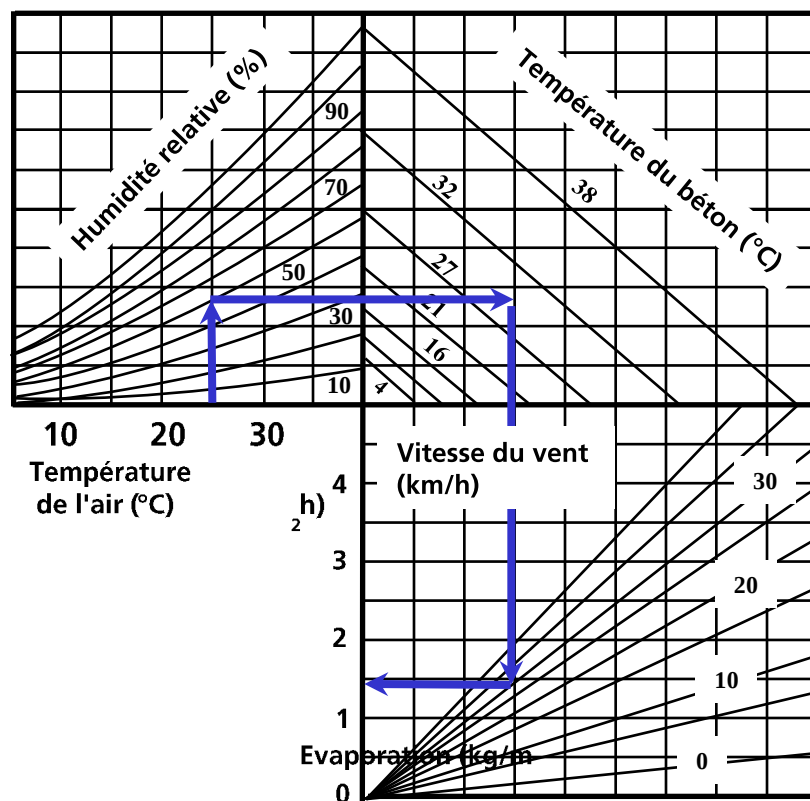
APPEL GRATUIT 0 805 800 147

Effet d'une perte d'eau

Cas d'une dalle :

L'exemple le plus répandu de perte d'eau est l'évaporation au-dessus d'un dallage. On parle aussi de dessiccation du béton.

Des abaques permettent d'en calculer l'intensité.



Dans un air à 25 °C et 60% d'humidité, sous un vent de 30 km/h, un béton à 30 °C subit une évaporation de 1.5 litres par m² et par heure

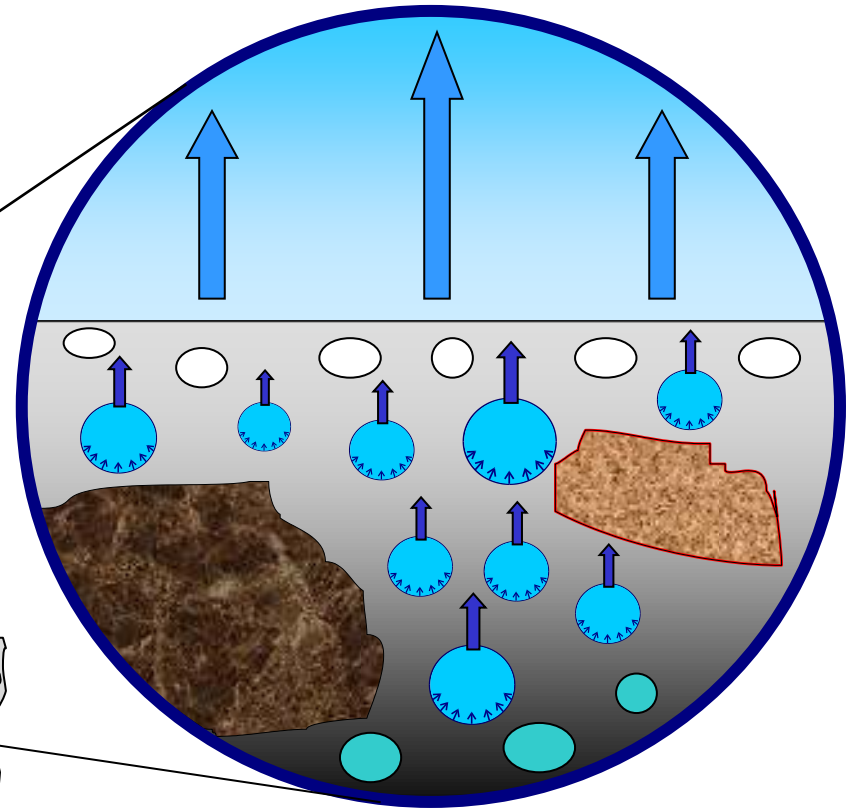
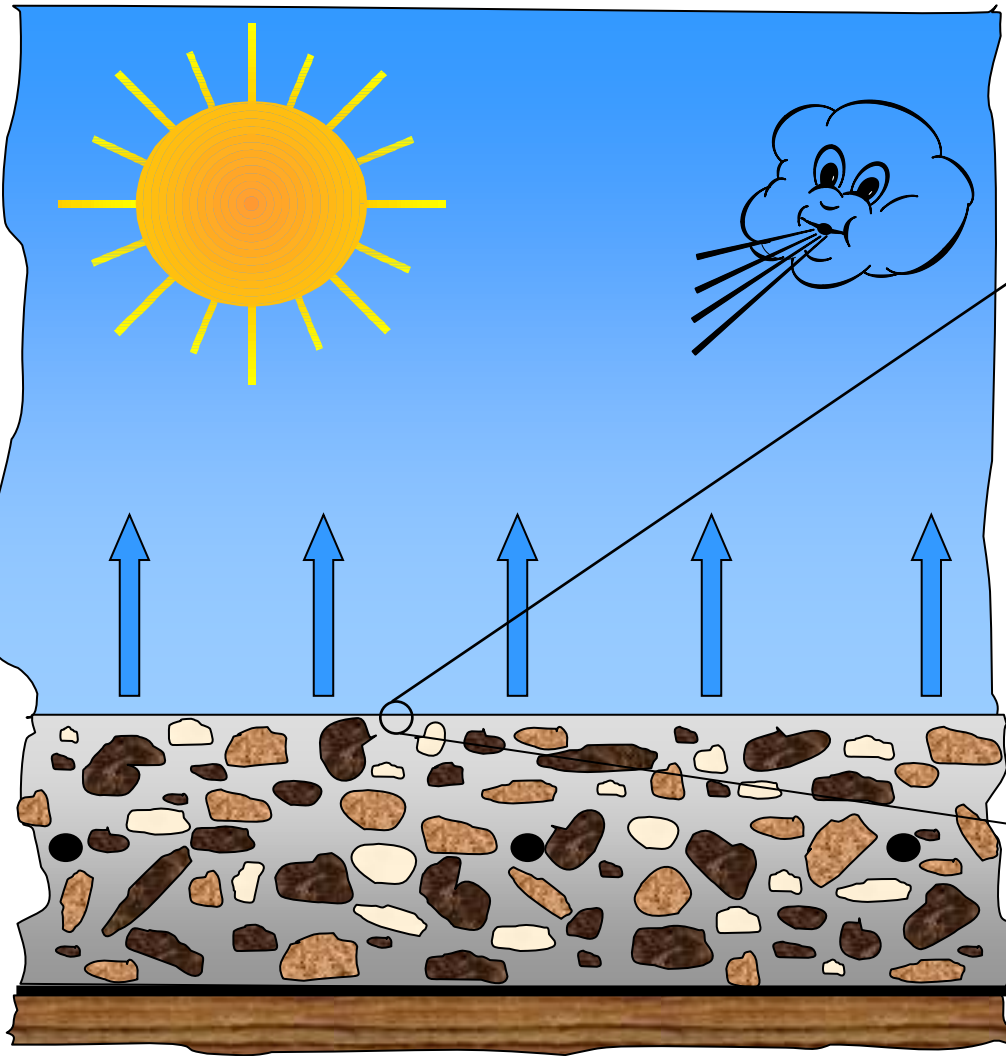


Ciments Calcia
Italcementi Group

**D3 DENIS
BETON**
BÉTON PRÊT À L'EMPLOI
P. PATILLOT

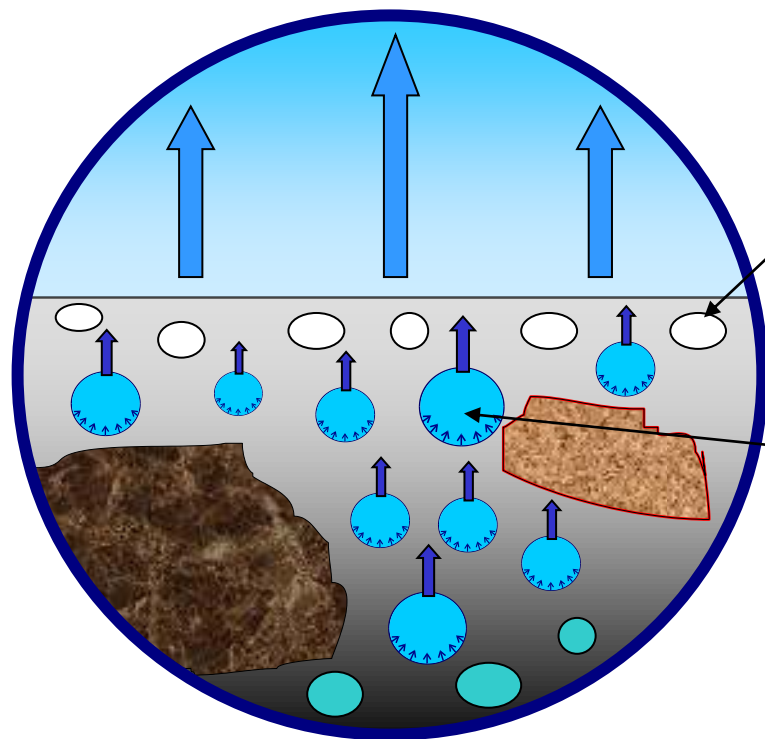
APPEL GRATUIT 0 805 800 147

Effet d'une perte d'eau



Ciments Calcia
Italcementi Group

Effet d'une perte d'eau



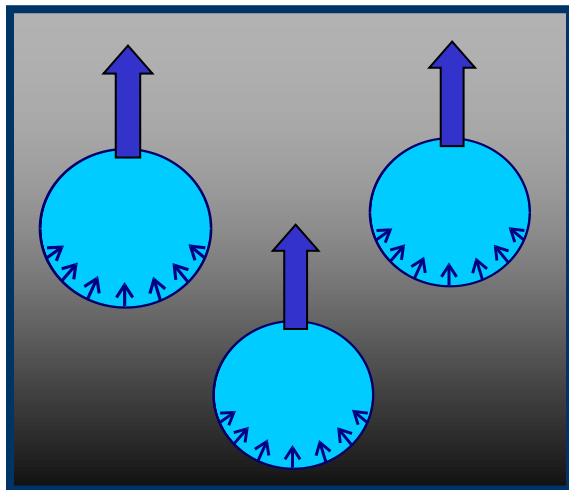
Les pores situés près de la surface perdent rapidement leur eau

Les pores un peu plus éloignés de la surface subissent indirectement l'effet de l'évaporation.



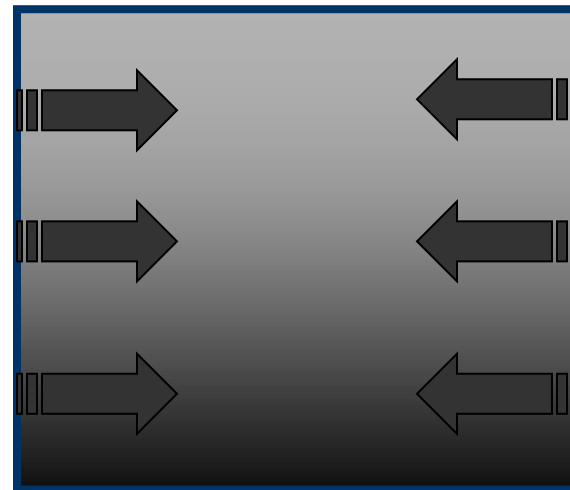
Ciments Calcia
Italcementi Group

Effet d'une perte d'eau



Des pores en
dépression dans un
solide élastique

=

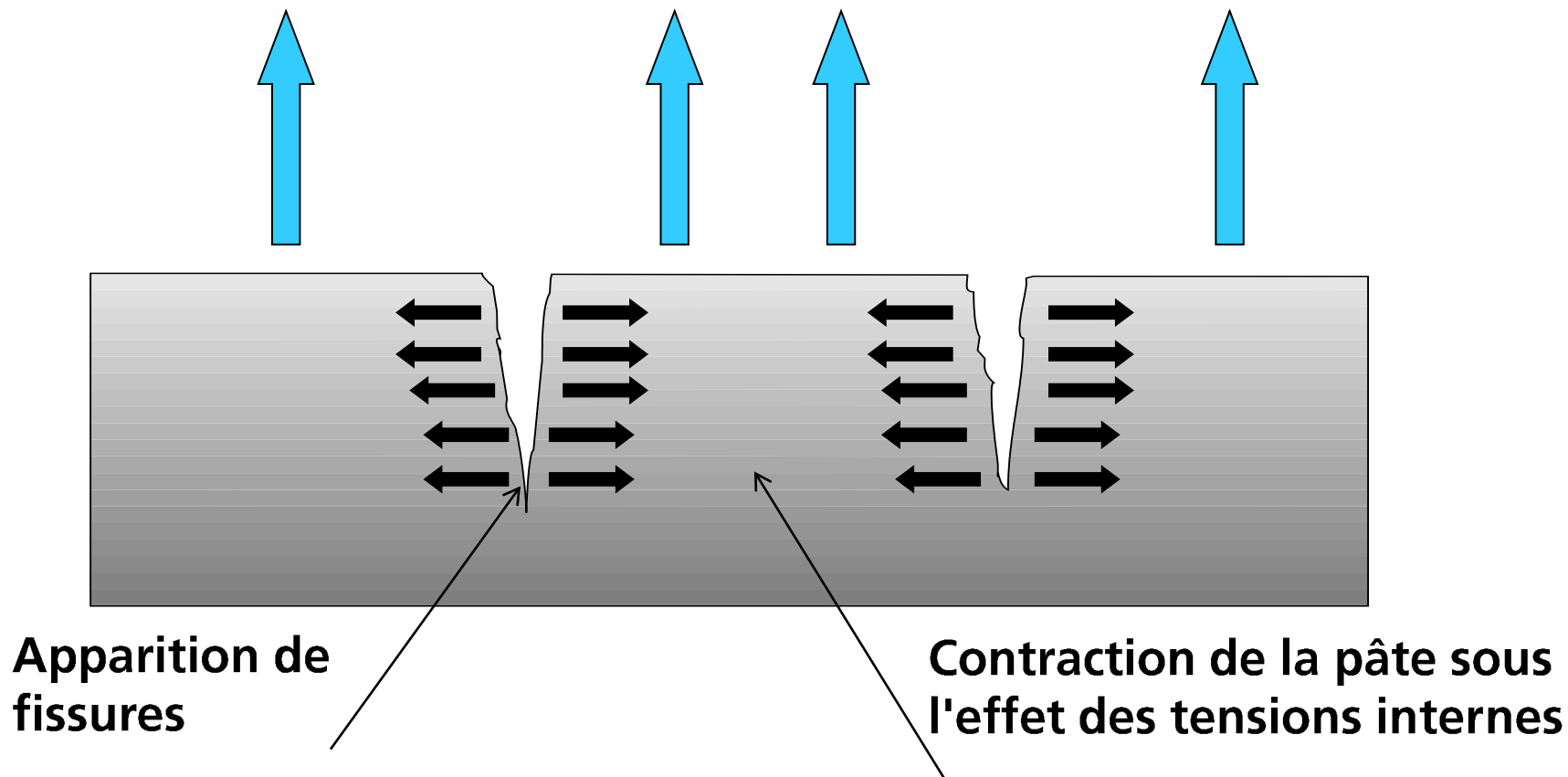


des forces de compression
appliquées par l'intérieur.



CimENTS Calcia
Italcementi Group

Effet d'une perte d'eau



C'est un phénomène qui concerne tous les corps poreux contenant de l'eau: le béton comme l'éponge!



Ciments Calcia
Italcementi Group

Effet d'une perte d'eau

Ce type de fissuration apparaît alors que la pâte de ciment n'a pas encore acquis suffisamment de résistance pour contrecarrer les dépressions internes des pores.

La profondeur de fissuration est d'autant plus grande que :

- l'intensité de l'évaporation est importante.
- la quantité de pâte en surface est grande.



Ciments Calcia
Italcementi Group

Précautions à prendre

La dessiccation est l'ennemie du béton



Ciments Calcia
Italcementi Group

Le béton et l'eau

Conséquence importante :

Conservé sous l'eau, un béton ne fait pas de retrait.



Ciments Calcia
Italcementi Group

Limiter la dessiccation

Au delà d'une vitesse d'évaporation de 1 litre par m² et par heure, il faut mettre en place un système qui empêchera le séchage.

On peut :

- Couvrir le béton d'un film polyéthylène ou de paillassons humides.
- Pulvériser de l'eau (après la prise).
- Pulvériser un produit de cure qui maintiendra l'humidité pendant plusieurs jours.



Ciments Calcia
Italcementi Group

La cure des bétons

La cure des bétons est obligatoire pour tous les types de béton selon tous les textes officiels:

NF EN 13670 : Exécution de structures en béton

DTU 13.3: conception, calcul, et exécution des dallages

DTU 21: exécution des ouvrages en béton pour bâtiment

Fascicule 65: exécution des ouvrages d'art etc.

NB: Plus les bétons contiennent de la pâte (ciment + addition + eau + adjuvant), et plus ils sont sensibles au retrait lié à l'évaporation d'eau; les BAP doivent donc être protégés avec encore plus de rigueur.



Ciments Calcia
Italcementi Group

Textes Officiels et dessiccation

NF P 11.213 DTU 13.3 « Dallages » Mars 2005

Article 7.3.4. des parties 1 et 2 ou Article 16.3.3. de la partie 3
« La face supérieure du dallage doit faire l'objet d'une cure par application d'un produit de cure, par arrosage, ou partout autre moyen de maintien de l'humidité en surface. »

A noter en préambule du paragraphe 5 Conception du dallage:
« La fissuration du béton ,armé ou non, étant un phénomène inhérent à la nature du matériau, le présent document vise à limiter la densité et l'ouverture des fissures sans prétendre éviter leur formation. »



Cimements Calcia
Italcementi Group